

Untersuchungsbericht

zum Trennflächengefüge im Grauwacken- Steinbruch Jaeger, Günter Jaeger Stein- bruchbetriebe GmbH

Auftraggeber:

**Günter Jaeger
Steinbruchbetriebe GmbH**

Lüsberger Straße 2
51580 Reichshof-Nespen

bearbeitet von:



Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen
Dipl.-Geol. D. Quante
M. Passchier, M.Sc.

Projekt-Nr.: 2111003

Stand: 12.08.2021

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorbemerkungen	3
2 Geologie der Lagerstätte	3
2.1 Geologischer Überblick	3
2.2 Geologie der Lagerstätte	6
2.3 Datenbestand aus Gutachten FÜLLING (1994)	10
3 Aufnahme des Trennflächengefüges im Erweiterungsbereich	12
3.1 Abbaustand März 2021	12
3.2 Methodik	13
3.3 Durchgeführte Messungen	15
3.3.1 Südwestliche Abbaufont	17
3.3.2 Westliche Abbaufont	23
4 Auswertung der Messergebnisse	27
5 Schlussfolgerungen	28
6 Literatur	30
7 Abbildungsverzeichnis	31
8 Tabellenverzeichnis	32
9 Anlagenverzeichnis	32

1 Vorbemerkungen

Die Firma Günter Jaeger Steinbruchbetriebe GmbH betreibt seit 1914/15 an der L324 einen Grauwackensteinbruch zwischen Wildbergerhütte und Odenspiel in der Nähe der Wiehltalsperre. Um den Standort mittel- und langfristig zu sichern, ist eine Erweiterung der Abbaufäche in Richtung Westen und Südwesten um ca. 14,3 ha vorgesehen. Zudem ist ein Abbau bis auf das Niveau von 265 m NHN geplant. In der Anlage 1 ist ein Übersichtsplan der Steinbrucherweiterung dokumentiert.

Im Rahmen des Scopingtermins am 06.07.2017 wurde vom Geologischen Dienst NRW vom dortigen Fachbereich Ingenieurgeologie eine Untersuchung des Trennflächengefüges gefordert.

Zur Bearbeitung der v.g. Fragestellung wurden neben der vorliegenden Fachliteratur in erster Linie die Ergebnisse aus dem geologisch/hydrogeologischen Fachgutachten von FÜLLING (1994), erstellt im Zuge der damaligen Erweiterungsplanung, herangezogen. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse von zwei Bohrkampagnen im Jahre 2014 und 2018/19 berücksichtigt. Im Jahre 2014 fand im Bereich der geplanten Erweiterung eine umfangreiche Vorfelderkundung mit insgesamt fünf Kernbohrungen statt. 2018/19 wurden im Vorfeld zur Erstellung des hydrogeologischen Fachgutachtens zudem sechs weitere Kernbohrungen zur Erstellung von Grundwassermessstellen abgeteuft.

Nach Sichtung der Unterlagen fand im Steinbruch Jaeger Anfang 2021 eine umfangreiche Aufnahme des Trennflächengefüges der zugänglichen Bereiche Richtung Erweiterungsfläche statt.

Der Untersuchungsbericht zum Trennflächengefüge im Steinbruch Jaeger wird hiermit vorgelegt.

2 Geologie der Lagerstätte

2.1 Geologischer Überblick

Der Steinbruch Jaeger befindet sich regionalgeologisch im rechtsrheinischen Schiefergebirge, im zentralen Bereich der geologischen Karte Blatt 5012 Eckenhausen (Maßstab 1:25.000, Krefeld, 1972), südwestliches des Ortes Nespen. Die Entstehung der im Bereich des heutigen Siegerlandes vorkommenden Gesteine beginnt im Unterdevon mit der Ablagerung von klastischen Sedimenten in einem schmalen Sedimentationstrog

eines Flachmeerbereiches. Im Zuge ihrer späteren Auffaltung, die schräg über die sedimentierten Schichten hinweggegangen ist, entstanden Sattel- und Muldenstrukturen, zunächst großräumig, später spezialgefaltet. Bedeutende NW-SE bis N-S streichende Quer- und Diagonalstörungen zerlegen die Sättel und Mulden antithetisch in Schollen. In der Querzone von Eckenhagen-Wildberg sind die Gesteine stark gestört und die Faltenachsen der Sattel- und Muldenstrukturen wechseln mehrfach ihre Abtauchrichtung (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Tektonische Baueinheiten im Blattgebiet (Quelle: Blatt Eckenhagen)

Als bedeutendste Großstrukturen sind die Gerlinger Sattelgruppe und die Wiehler Mulde zu nennen. An die Achsenaufwölbung des Odenspieler Sattels bei Wildberger Hütte, die von bedeutenden NW-Störungen begleitet wird, schließt sich südwestlich eine Achsen-depression an. In diesem Gebiet liegt das Typusgebiet der Odenspieler Grauwacke. Der Steinbruch Jaeger und die geplante Erweiterungsfläche liegen im Bereich der Gerlinger Sattelgruppe, die nach SW spezialgefaltet ist, am Nordflügel des Odenspieler Sattels.

Die Odenspieler Grauwacke aus dem Oberen Siegen des Unterdevons ist ein überwiegend mittel- bis blaugrauer, feinkörniger, kieselig zementierter Sandstein. Nach GRABERT & HILDEN (1972) haben Quarz, Feldspäte und Schwermineralien einen Anteil von 73%, Illit-Sericit und Chlorit einen Anteil von 25%. Der Rest besteht aus kieseligem, z.T. auch ankeritischem Bindemittel. Das Gebiet im Umgriff des Steinbruchs wird vom Grundsatz her durch folgenden Schichtaufbau charakterisiert (vom Hangenden zum Liegenden siehe nachfolgende Abbildung 2):

- Quartäre Deckschichten
- Külbacher Schichten (Unterdevon, Ems)
- Odenspieler Grauwacke (Unterdevon, Obere Siegener Schichten)
- Frohnenberger Tonschiefer (Unterdevon, Obere Schichten Siegen)

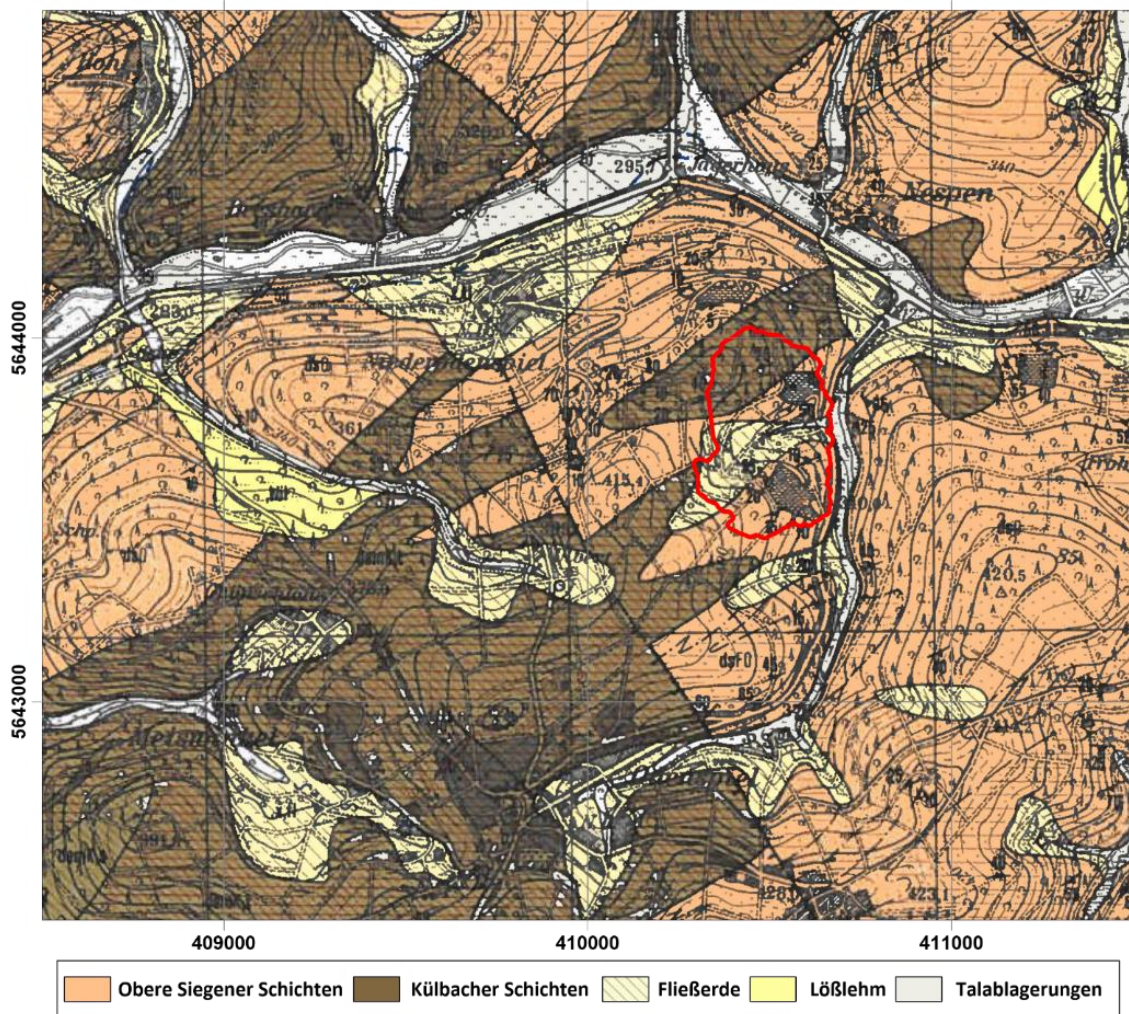


Abbildung 2: Auszug aus der geologischen Karte, Blatt 5012 Eckenhagen

Die quartären Deckschichten bestehen aus gelbbraunem, schwach humosem, feinsandigem, steinigem Schluff. Dieser auch als steiniger Hanglehm (Hangschutt) bezeichnete Boden ist bis ca. 2,0 m mächtig.

Es folgen die Külbacher Schichten, die im Bereich des Steinbruchs als Tonschiefer-Folge vorliegen. Diese setzt sich aus dunkel- bis grüngrauen Tonschiefern und Siltsteinen, mit feinkörnigen Sandsteinen und roten Tonschiefer, den sog. Rotschiefern, zusammen. Die Mächtigkeiten im Raum Odenspiel schwanken zwischen 100 m und 250 m.

Es folgt im Liegenden die Odenspieler Grauwacke (Oberere Siegener Schichten des Unterdevons). Diese kann als eine deutlich geschichtete Wechselfolge aus hellgrauen bis braunen, fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen und dunkelgrauen sandigen Siltsteinen beschrieben werden. Eingeschaltet sind Tonsteine und tonige Siltsteine unterschiedlicher Mächtigkeit. Die Sandsteine sind plattig bis bankig, z.T. schräggeschichtet entwickelt. Die Sandsteine und Siltsteine sind deutlich, regelmäßig, z.T. schichtübergreifend geklüftet. Die Odenspieler Grauwacke ist im Steinbruchbereich ca. 80 m - 100 m mächtig.

Die Frohenberger Tonschiefer stellen das Liegende der Odenspieler Grauwacke im Steinbruch dar. Sie werden aus feinsandigen und siltigen Tonschiefern, Siltsteinen und Sandsteinen in Wechsellagerung gebildet.

Die Mächtigkeiten der Oberen Siegener Schichten nehmen im Blattgebiet Eckenhagen insgesamt von Norden nach Süden zu. Die Südostflanken der Spezialfalten sind daher zumeist stärker ausgebildet. In den Sätteln bilden die Frohenberger Tonschiefer und die Odenspieler Grauwacke die Sattelkerne (GRABERT, HILDEN, 1972).

2.2 Geologie der Lagerstätte

Der derzeit aktive Steinbruchbereich, der sich Richtung Südwesten und Westen bis an die bestehenden Abbaugrenzen entwickelt hat, ist insgesamt durch eine südwestvergente Sattel- und Muldenstruktur gekennzeichnet, die durch eine Vielzahl von kleineren Störungen mit einzelnen Versätzen durchzogen ist.

In Richtung der geplanten Erweiterungsfläche streichen die Faltenachsen SW-NE und fallen nach SW mit ca. 5° bis 15° ein. Die Schichten fallen hierbei mit 5° bis 30° flach nach NW bzw. SE ein. Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt der Streichlinienkarte aus der Erläuterungen Blatt Eckenhagen, Geologisches Landesamt NRW 1972, welche die Faltenachsen der Sattel- und Muldenstrukturen im Bereich des Steinbruchs wiedergibt.

Auf der Karte sind ebenfalls die Erweiterungsfläche sowie die Bohransatzpunkte der abgeteufte Bohrungen die im Rahmen des Gutachtens von FÜLLING (1994) erstellt wurden (grün), sowie die Bohrungen der Bohrkampagnen aus 2014 (gelb) und 2018 (lila) festgehalten.

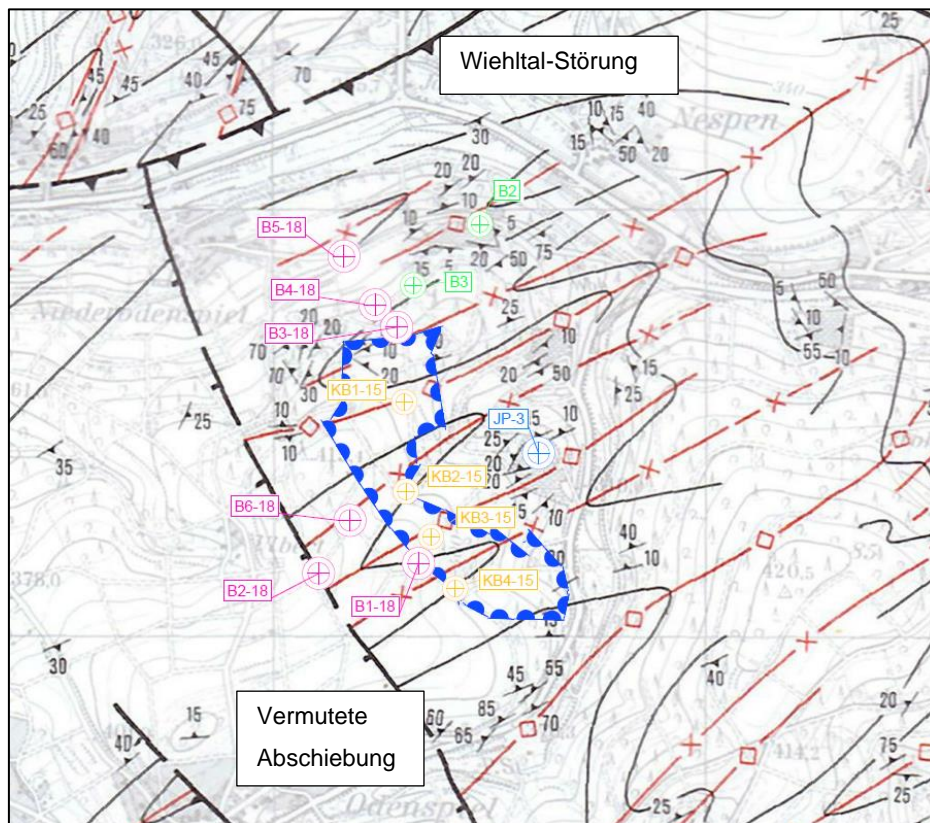


Abbildung 3: Ausschnitt aus der Streichlinienkarte, Blatt 5012 Eckenhagen

Im Bereich der südwestlichen und westlichen Abbaufont sind die Gesteine der Odenpieler-Grauwacke (Obere Siegener Schichten des Unterdevons) auf breiter Front aufgeschlossen. Sie bestehen im Allgemeinen aus einer Wechselfolge von hellgrauen bis braunen fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen und dunkelgrauen sandigen Siltsteinen. Bereichsweise eingeschaltet sind Tonsteine und tonige Siltsteine unterschiedlicher

Mächtigkeit. Die Sandsteine sind plattig bis bankig, z.T. schräggeschichtet entwickelt. Die Bänke sind ca. 0,10 bis >2,00 m mächtig und bilden Schichtpakete von bis 5,00 m, teilweise von >10,00 m Mächtigkeit. Die Sandsteine und Siltsteine sind deutlich, regelmäßig, z.T. schichtübergreifend geklüftet.

Im Bereich der aufgeschlossenen Abbauwand Richtung Südwesten bestehen die oberen ca. 25-30 m in erster Linie aus braunen bis hellbraunen, verwitterten Sandsteinen, Siltsteinen und Tonsteinen. In den darunterliegenden Bereichen sind bis zur untersten Abbausohle die v.g. Wechselfolgen von hellgrauen bis braunen fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen und dunkelgrauen sandigen Siltsteinen aufgeschlossen. Diese Gesteinsabfolgen sind auch in den Erkundungsbohrungen (2014) im Bereich der Erweiterungsfläche angetroffen worden.



Abbildung 4: Westliche Abbauwand mit dunkelgrauen sandigen Siltsteinen und hellgrauen, bis braunen Sandsteinen darunter (Bildunterkante 2m)

Die oberen ca. 25-35 m der westlichen Abbauwand bestehen ebenfalls aus den braunen, bis hellbraunen, verwitterten Sandstein-, Siltstein- und Tonsteinabfolgen mit flachem Einfallen nach Südwesten (Abbildung 4). Die darunterliegenden Bereiche weisen z.T.

kleinräumig stark gefaltete Wechselfolgen von hellgrauen bis braunen fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen und dunkelgrauen sandigen Siltsteinen auf.

In den nachfolgenden Abbildungen 5 und 6 sind die Lagerungsverhältnisse sowie die Sattel- und Muldenstrukturen im Bereich der südwestlichen und westlichen Abbauwand dokumentiert.

Abbildung 5 weist an der südwestlichen Ecke eine offene Faltung mit einfallenden Schenkeln nach NW bzw. SE auf. Ebenfalls sind in der Abbildung zwei Sattelstrukturen sowie eine Muldenstruktur zu erkennen.



Abbildung 5: Blick auf die südwestliche Abbaufont

Im Vergleich zur südwestlichen Abbaufont zeigt die nachfolgende Abbildung 6 eine steilere Faltung an der westlichen Abbaufont mit einfallenden Faltenschenkeln nach NW bzw. SE. Südlich dieses Bildausschnittes kommt es zu lokalen kleinräumigen Spezialfaltungen.



Abbildung 6: Blick auf die westliche Abbaufont

2.3 Datenbestand aus Gutachten FÜLLING (1994)

Das geologisch/hydrogeologische Fachgutachten von FÜLLING (1994) wurde im Rahmen des Antrages auf wasserrechtliche Planfeststellung zur Erweiterung des Steinbruchs Jaeger um ca. 5,1 ha in südliche Richtung erstellt. Die Untersuchungen fußen somit auf einem Abbaustand Anfang der 1990er Jahre. Die damalige Auswertung umfasst Beschreibungen zu Schichteinfallen, Faltenstrukturen, Störungen und den Hauptkluftrichtungen im Steinbruch.

Im Ergebnis des Fachgutachtens können folgende generelle Aussagen zu den geologischen Lagerungsverhältnissen und zum Trennflächengefüge in Richtung der geplanten Erweiterungsfläche getroffen werden:

Das Schichteinfallen wird wie beschrieben deutlich von den großräumigen Sattel- und Muldenstrukturen geprägt. Die Sattel- und Muldenstrukturen streichen SW-NE und tauchen im Steinbruch mit 5-15° nach SW ab. Die Faltenschenkel und Schichtung tauchen

somit überwiegend mit 5-30° flach nach NW bzw. SE ab. Die im Steinbruch angetroffene Schichtfolge kreuzt die Wiehltalsperre nicht, da sie mit ca. 15-20° nach NW zur Talsperre hin abtaucht (vgl. Abbildung 3).

Größere überregionale Störungen fehlen in dem umliegenden Bereich (GRABERT & HILDEN, 1972), sowie im Steinbruch selbst. Größere regionale Störungen befinden sich im umliegenden Gebiet, wie die Wiehltal-Störung, in deren Verlauf die heutige Wiehltalsperre liegt. Diese Störung streicht SW-NE und begrenzt die Külbacher Schichten im Norden gegen die Oberen Siegener Schichten im Süden. Sie ist als NW-vergente Aufschubung zu verstehen.

Eine weitere vermutete Störung in Steinbruchnähe verläuft von SE nach NW, vom Ort Eichholz, südöstlich Odenspiel, zur Wiehltalsperre, quer zum generellen Streichen der Faltenachsen. Der westliche Block ist vermutlich abgeschoben worden (siehe Abbildung 3). Allerdings sind die Wiehltal-Störung und andere regionalgeologische Störungen nicht im direkten Bereich des Steinbruchs oder der geplanten Erweiterungsfläche angetroffen worden.

Im Bereich des Steinbruchs zu Zeiten des Aufmaßes in den 90er Jahren zeigten die Sandsteine eine deutliche Diagonalklüftung. Diese Klüfte standen größtenteils steil mit 80-90°. Es konnten im Steinbruch grundsätzlich zwei Hauptkluftrichtungen unterschieden werden. Die Einfallrichtungen dieser Hauptklüftungen war überwiegend nach ESE bzw. WNW orientiert, sowie nach NNE bzw. SSW. Die geschlossenen Klüfte waren großflächig mehrere Meter durchgehend ausgebildet. Neben den beiden Hauptkluftrichtungen gab es einige untergeordnete Klüftungen (FÜLLING, 1994).

Im Bereich des Steinbruchs waren kleinere lokale Störungen anzutreffen. Im südwestlichen Abbaubereich des Steinbruchs lag eine mit 80°/70° steil nach E einfallende Störungsfläche, die über ca. 200 m im Steinbruch verfolgbar war. Ihr Versatz war gering und betrug ca. 0,50-2,00 m. Des Weiteren waren im SE des Steinbruchs drei größere Störungen aufgeschlossen, die mit 145°/60° parallel zueinander und parallel der Faltenachsen verliefen. Sie fielen steil nach SE ein und waren ca. 100-200 m weit verfolgbar. Ihr Versatz betrug 0,50-1,00 m.

3 Aufnahme des Trennflächengefüges im Erweiterungsbereich

3.1 Abbaustand März 2021

Der Steinbruch Jaeger umfasst eine genehmigte Betriebs- und Abbaufäche von ca. 17,3 ha, welche grob in fünf Bereiche gegliedert werden kann (siehe Abbildung 7):

- Nördliches Steinbruchareal (ruhender Abbaubereich)
- Südliches Steinbruchareal (aktiver Abbaubereich)
- Betriebsanlagen, Aufbereitungsanlagen etc.
- West-Ost verlaufender Damm
- Altsteinbrüche

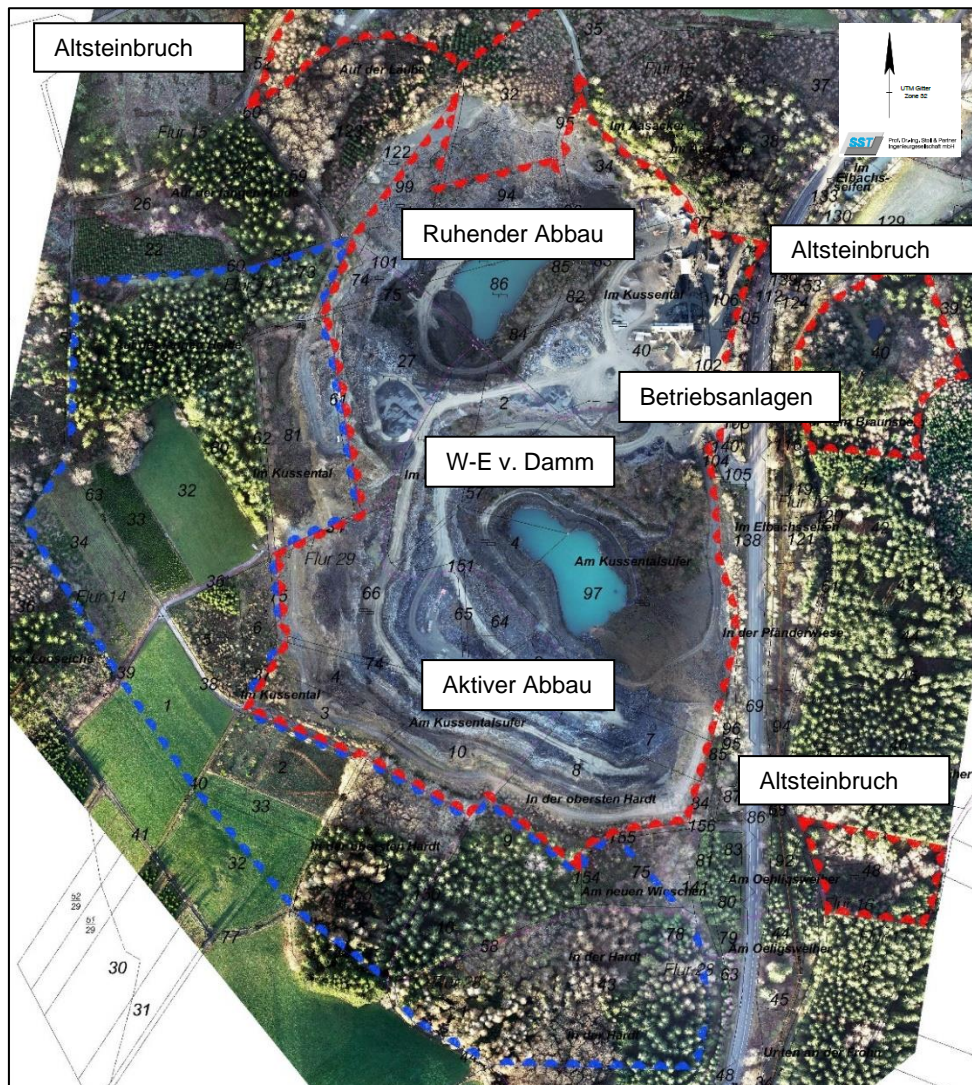


Abbildung 7: Auszug aus dem Tage- und Gewinnungsriss (Betriebszustand 12/2019)
Die genehmigte Fläche ist rot dargestellt, die Erweiterungsfläche in blau.

Im Norden und Süden der genehmigten Fläche befinden sich zwei offene Steinbruchareale, mit jeweils einer Tiefsohle, die i.d.R. ganzjährig wasserführend sind. Im nördlichen Steinbruchareal findet aktuell kein Abbau mehr statt, da hier der Abbau bis an die genehmigten Grenzen bereits größtenteils vollzogen wurde.

Der aktuelle Abbau findet im südlichen Steinbruchareal statt und hier speziell in Richtung der 2007 genehmigten ca. 5,1 ha großen Erweiterungsfläche, welche zu großen Teilen bereits abgebaut wurde. Die Gewinnung erfolgt seither auf mehreren Strossen bis zu einer maximalen Abbauteufe von 295 m NHN. An die Erweiterungsfläche von 2007 grenzt im Südwesten und Westen die aktuelle Erweiterungsfläche mit ca. 14,3 ha an.

Beide v.g. Steinbruchareale werden durch einen Ost-West verlaufenden Damm getrennt. Der Damm, der aus anstehender, abbauwürdiger Grauwacke besteht, verbindet das Betriebsgelände mit dem westlich anschließenden Abbaubereich. Auf dem Betriebsgelände befindet sich die Aufbereitungsanlage, verschiedenen Fertigprodukthalden, Betriebsanlagen sowie einer Waage am Ausgang.

Darüber hinaus existieren noch drei alte, kleinere Steinbrüche. Zwei davon liegen östlich der L324. Der Dritte befindet sich nördlich außerhalb des nördlichen Steinbruchareals.

3.2 Methodik

Die Durchführung des Aufmaßes des Trennflächengefüges im Erweiterungsbereich des Steinbruchs Jäger erfolgte im Zeitraum 23.-25.03.2021. Die geologischen Messungen des Trennflächengefüges (Einfallsrichtung und -winkel) wurden mithilfe eines geologischen Kompasses der Marke Stöpler durchgeführt.

Die Positionen der Einzelmessungen wurden mittels eines transportablen GPS-Geräts der Marke Garmin aufgenommen und zusammen mit den Messergebnissen in einem Lageplan festgehalten. Die Messdaten wurden anschließend ausgewertet und mit dem Programm Stereonet v.11 in einem digitalen Stereonez dargestellt.

Ein Stereonez erlaubt eine vereinfachte Darstellung von Einfallsrichtungen und -winkeln als Linien-Projektion auf einem kreisförmigen Gitternetz. Die Linien sind dabei als 2D Projektion einer Fläche zu verstehen, welche eine nach oben geöffnete Hälfte einer Kugel schneidet (REUTHER, 2012). Die dargestellten Linien sind somit die Schnittlinien der Einfallsflächen mit der Halbkugel, welche auch als 2D Projektion die originalgetreuen

Einfallsrichtungen und -winkeln wiedergibt. Eine beispielhafte Darstellung eines Stereonetzes mit Kluftrichtungen an der südlichen Abbaufont ist in Abbildung 8 abgebildet.

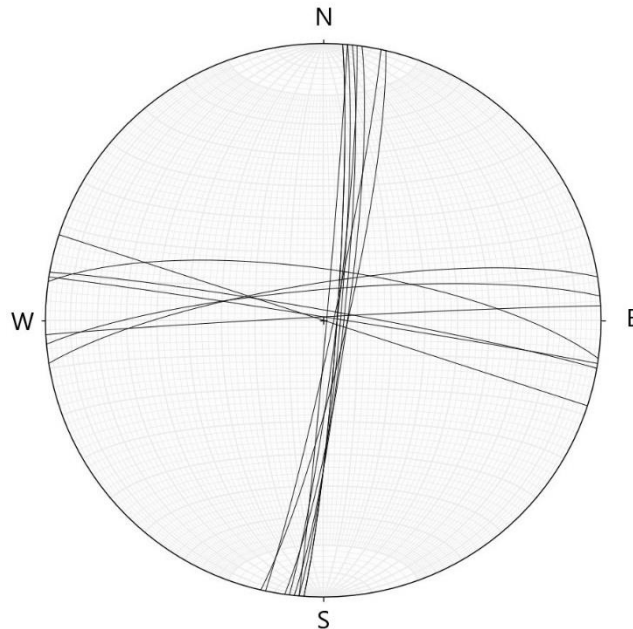


Abbildung 8: Beispielhafte Stereonetz Darstellungen der Kluftrichtungen D5 an der südlichen Abbaufont

Die Messungen des Trennflächengefüges von Klüften und Schichtflächen erfolgte in erster Linie an den Abbauwänden im südwestlichen und westlichen Bereich des Steinbruchs Richtung geplante Erweiterung. Messungen wurden, wenn möglich, auf allen zugänglichen Sohlen und Abbauwänden vorgenommen. Nicht zugängliche Sohlen umfassen den SE-Teil der 326 m NHN Sohle, sowie den SW-Bereich der 359 m NHN Sohle.

An den zugänglichen Abbauwänden wurden Aufschlüsse mit erkennbaren, und für die Messung zugänglichen, Klüften und Schichtflächen ausgewählt. Diese Aufschlüsse umfassen eine Breite von bis zu 3 m entlang der Abbauwand und eine Höhe von bis zu 2 m über dem Sohlenniveau. Für jede Abbauwand und jede zugängliche Sohle wurden mehrere Aufschlüsse gewählt, wobei die Anzahl und Position durch die Zugänglichkeit und Qualität des Trennflächengefüges begrenzt wurde. Im Bereich der Aufschlüsse wurde das Trennflächengefüge mit einer unterschiedlichen Anzahl an Messungen aufgenommen.

Im Rahmen der durchgeführten Kluftrmessungen wurde der Schwerpunkt der Untersuchung in erster Linie auf die Erfassung der beiden Hauptklufsysteme gelegt. Die Messungen der Schichtung sind an zugänglichen, anstehenden Flächen durchgeführt worden.

Gesteine der Abbauwände, die aufgrund von Sprengvorgängen oder Baggerarbeiten aufgelockert wurden, sind für die Erfassung nicht geeignet, da die Messungen anstehendes Gestein voraussetzen. Die aufgelockerten Gesteinsmassen an den Abbauwänden weisen eindeutige, zentimeterbreite Spalten entlang der Klufflächen auf und erlauben somit keine verlässliche Aufnahme des Trennflächengefüges. Als Folge dieser aufgelockerten Gesteinsmassen erschienen viele Abschnitte der Abbauwände für die Messungen nicht geeignet.

3.3 Durchgeführte Messungen

Für die Untersuchung des Trennflächengefüges im Steinbruchs Jaeger wurden in insgesamt 40 Aufschlüsse aufgenommen, davon wurden 34 Aufschlüsse für die Datenauswertung als verwertbar identifiziert (siehe Anlage 2). In diesen 34 verwertbaren Aufschlüssen wurden rund 325 Messungen auf vier Sohlen durchgeführt.

Folgende Sohlen konnten begutachtet werden:

- Sohle 283 m NHN
- Sohle 293 m NHN
- Sohle 326 m NHN
- Sohle 356 m NHN

Als nichtverwertbare Aufschlüsse wurden jene Aufschlüsse klassifiziert die aufgrund von zu geringer Datenmenge, und damit verbundener hoher Streuung der Messwerte, als statistisch nicht signifikant gewertet wurden.

Von den 34 verwertbaren Aufschlüssen konnten 24 Aufschlüsse dem südwestlichen Abbaubereich und 10 Aufschlüsse dem westlichen Abbaubereich zugeordnet werden. Pro Aufschluss wurden i.d.R. rund 8-10 Messwerte aufgenommen. Die ermittelten Messwerte wurden nach Schichtung und Klüftung getrennt erfasst und anschließend ausgewertet.

Die Dokumentation der Untersuchung des Trennflächengefüges erfolgt anschließend getrennt nach südwestlicher und westlicher Abbaufront. Die Ergebnisse wurden in die Bereiche Schichtung und Faltung, Störungen und Klüfte/Kluftsysteme unterteilt. Die Auswertung der Stereonet-Daten sind in Anlage 3 für alle Bereiche zusammenfassend dokumentiert.

In der nachfolgenden Abbildung 9 sind die Positionen der insgesamt 40 aufgenommenen Aufschlüssen dokumentiert (siehe auch Anlage 2). Rot markiert ist die westliche Abbaufront und grün die südwestliche Abbaufront.

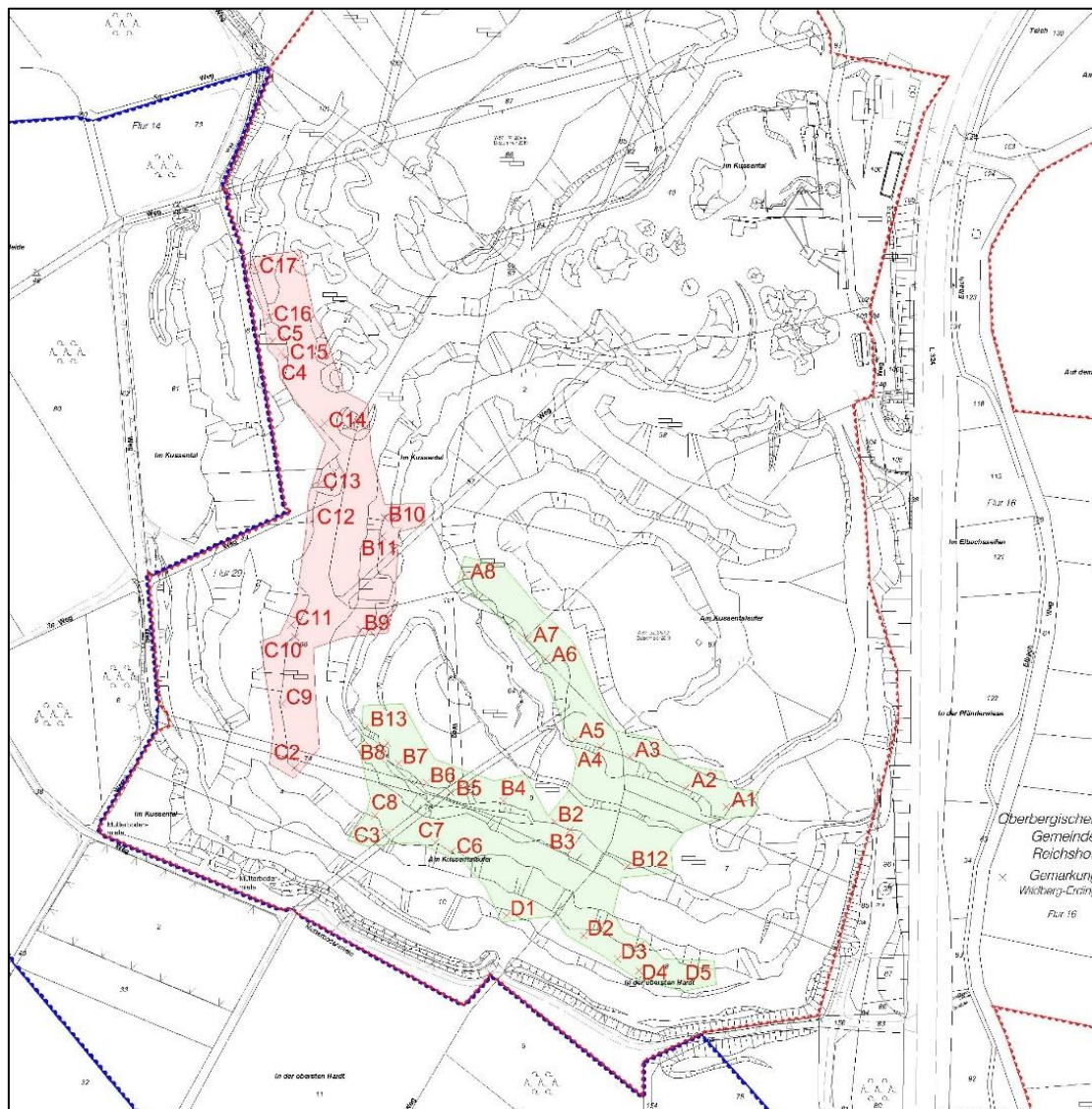


Abbildung 9: Aktuelle Vermessung des Steinbruchs Jaeger mit der Position der Aufschlüsse an den Messungen vorgenommen wurden. Maßstab 1: 2.000

3.3.1 Südwestliche Abbaufront

Schichtung und Faltung

Die für das Trennflächengefüge erhobenen geologischen Messungen der Schichtung im Steinbruch Jaeger für die südwestliche Abbaufront sind als Mittelwerte pro Aufschluss in Tabelle 1 aufgelistet sowie in Anlage 2 dargestellt. Die Auswertung der Messungen ergab, dass die Schichtung im Südwesten des Steinbruchs überwiegend mit 5-30° flach nach NW bzw. SE abtauchen, sowie an drei gemessenen Bereichen nach Süden abtauchen (A3, A4 & C2, vgl. hierzu Anlage 2).

Tabelle 1: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Schichtungen mit Aufschlussposition (südwestlicher Abbaubereich)

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Richtung Mittelw.	Winkel Mittelw.
A3	410531.797	5643560.938	194	29
A4	410516.922	5643565.813	189	15
B3	410501.400	5643522.611	138	20
B4	410468.413	5643541.604	135	17
B7	410413.434	5643555.597	313	19
B8	410410.436	5643568.593	320	15
B12	410530.657	5643505.656	140	16
B13	410398.766	5643576.280	315	23
C2	410361.455	5643534.606	180	5
C3	410386.446	5643503.619	300	30
C6	410441.688	5643513.188	103	21
C9	410355.906	5643587.656	310	29
C10	410362.455	5643621.572	316	39

Die Messungen der Schichtung zusammen mit der optischen Identifikation der Sattel- und Muldenstrukturen ergeben ein homogenes Bild der Faltung an der südlichen Abbaufwand. Faltenachsen tauchen übereinstimmend mit den bisherigen Datenlage in etwa 5-15° nach SW ab. Weitere Messungen der Faltenachsen der Sattel- und Muldenstrukturen sind aufgrund der Zugänglichkeit im Südwesten des Steinbruchs derzeit nicht möglich.

Störungen

Im Südwesten des Steinbruchs Jaeger sind mehrere kleinere und größere lokale Störungen anzutreffen. Die als Abschiebung identifizierten Störungen streichen N-S mit

einem Einfallen von ca. 50-60° nach E. An der südlichen Abbaufont sind drei nahezu parallel verlaufende Störungen identifiziert worden, welche sich in ihrem Verlauf über mehrere Sohlen nachverfolgen lassen. Parallel zu den v.g. Störungen treten kleineren Störungen auf, sie sich überwiegend nur über ein bis zwei Sohlen nachverfolgen lassen (siehe Anlage 2). Die Breite der Störungszonen (Ruschelzonen) liegt in den Abbauwänden i.d.R. im Dezimeterbereich, mit maximalen Ausdehnungen von bis zu 2 m. Der Versatz liegt ebenfalls im Dezimeterbereich. In der Abbildung 10 ist eine Störungsfläche an der Aufschlussposition C2 dokumentiert.



Abbildung 10: N-S verlaufende Störungsfläche im Südwesten des Steinbruchs (gelb markiert). Blick nach Südwesten

Klüfte/Kluftsysteme

In Übereinstimmung mit den Angaben im Gutachten von FÜLLING 1994 haben die durchgeführten Untersuchungen ergeben, dass im Steinbruch Jaeger zwei Hauptkluft-richtungen dominieren. Die Einfallrichtungen dieser Hauptklüftungen sind überwiegend nach ESE bzw. WNW und nach NNE bzw. SSW orientiert. Die Klüfte waren großflächig mehrere Meter durchgehend ausgebildet. Neben den beiden Hauptkluft-richtungen gibt es einige untergeordnete Klüftungen. Diese nahezu rechtwinklig zueinanderstehenden Hauptkluft-richtungen stehen größtenteils steil und sind annähernd senkrecht zur Schicht-ung orientiert. Die Einfallswinkel der Klüftung beträgt überwiegend ca. 70-90°, sie kön-nen jedoch auch in einigen Bereichen flacher auftreten.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die für die Untersuchung ermittelten Hauptkluft-richtungen identifiziert worden und anschließend nach den Mittelwerten der jeweiligen Kluft-richtung an den Aufschlüssen im südwestlichen Abbaubereich aufgelistet.

Tabelle 2: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Kluftmessungen der Haupt-klüftungen mit Aufschlusssposition (südwestlicher Abbaubereich)

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Richtung Mittelw.	Winkel Mittelw.
Südwest-Bereich des Steinbruchs				
A1	410580.369	5643535.606	35	90
A1	410580.369	5643535.606	321	69
A2	410562.375	5643562.595	6	68
A2	410562.375	5643562.595	81	87
A3	410531.797	5643560.938	100	79
A3	410531.797	5643560.938	0	86
A4	410516.922	5643565.813	263	75
A4	410516.922	5643565.813	201	85
A5	410504.219	5643569.781	258	78
A5	410504.219	5643569.781	155	86
A6	410489.672	5643610.875	188	68
A6	410489.672	5643610.875	87	89
A7	410480.328	5643620.688	74	86
A7	410480.328	5643620.688	N-S vorhanden aber nicht messbar	
A8	410448.547	5643652.781	189	70
A8	410448.547	5643652.781	95	83
B2	410491.404	5643522.611	22	66
B2	410491.404	5643522.611	285	72
B3	410501.400	5643522.611	296	89
B3	410501.400	5643522.611	23	71

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Richtung Mittelw.	Winkel Mittelw.
Südwest-Bereich des Steinbruchs				
B4	410468.413	5643541.604	276	83
B4	410468.413	5643541.604	116	70
B5	410442.423	5643547.601	160	81
B5	410442.423	5643547.601	186	78
B6	410424.430	5643557.597	190	79
B6	410424.430	5643557.597	94	74
B7	410413.434	5643555.597	2	86
B7	410413.434	5643555.597	82	78
B8	410410.436	5643568.593	108	73
B8	410410.436	5643568.593	191	85
B12	410530.657	5643505.656	344	65
B12	410530.657	5643505.656	83	79
B13	410398.766	5643576.280	189	83
B13	410398.766	5643576.280	E-W vorhanden aber nicht messbar	
C2	410361.455	5643534.606	349	80
C2	410361.455	5643534.606	83	82
C3	410386.446	5643503.619	88	84
C3	410386.446	5643503.619	186	84
C6	410441.688	5643513.188	243	89
C6	410441.688	5643513.188	337	83
C7	410433.516	5643517.563	79	86
C7	410433.516	5643517.563	192	84
C8	410403.000	5643531.250	77	85
C8	410403.000	5643531.250	195	84
D1	410469.413	5643480.628	76	79
D1	410469.413	5643480.628	346	59
D2	410508.397	5643470.631	95	78
D2	410508.397	5643470.631	11	68
D3	410525.390	5643458.637	24	86
D3	410525.390	5643458.637	92	86
D4	410536.386	5643452.638	267	85
D4	410536.386	5643452.638	206	89
D5	410559.377	5643453.638	97	85
D5	410559.377	5643453.638	2	83

Die Einfallsrichtungen dieser Hauptklüfte sind im Südwesten des Steinbruchs nach den aktuellen Messungen vorwiegend nach E bzw. W orientiert sowie nach N bzw. S. Kleinere Abweichungen von den Hauptorientierungen sind in einigen Bereichen angetroffen worden.

In Anlage 3 sind die aufgenommenen Daten der Kluftrichtungen als Stereonetze sowie die jeweiligen Mittelwerte der Hauptkluftrichtungen dokumentiert. Die Stereonetze geben kleinere Gruppierungen von nebeneinanderliegenden Aufschlüssen wieder, deren Messergebnisse ähnliche Werte ausgeben (siehe Anlage 3).

In der nachfolgenden Abbildung 11 ist beispielhaft eine Darstellung der Ergebnisse der vorgenommenen Kluftrichtungen an der südwestlichen Abbaufont im Bereich der Aufschluss C3 und C8 dokumentiert. Die Abbildung zeigt die N-S und E-W streichenden, senkrecht zueinanderstehenden Hauptkluftrichtungen. Aus dem Stereonetz kann ebenfalls der steile Einfallswinkel der Klüfte entnommen werden (REUTHER, 2012). Zu erkennen sind eine leichte Streuung der Einfallsrichtungen, die auf den steilen Einfallswinkel oder auf die Nähe zur Faltenachse zurückzuführen ist.

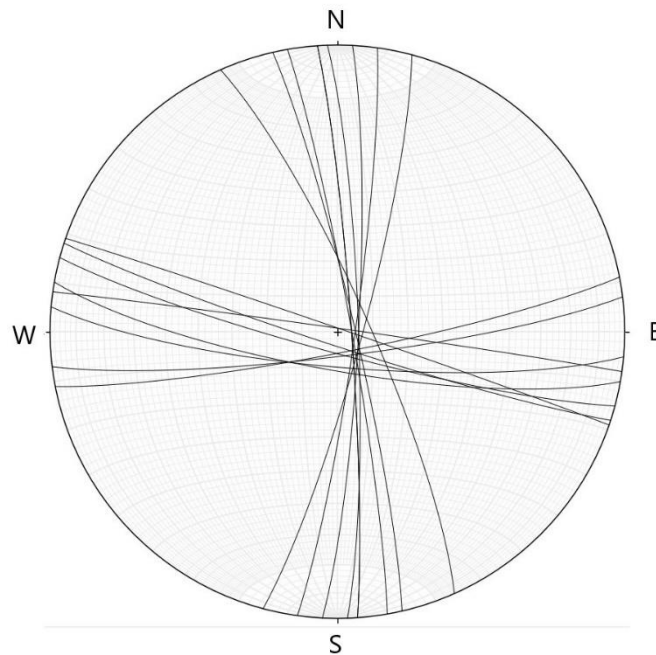


Abbildung 11: Stereonetz Darstellung der Ergebnisse von Kluftrichtungen (Aufschluss C3 & C8) an der südwestlichen Abbaufont

Einzelne Klüfte der Hauptkluftrichtungen lassen sich im Steinbruch innerhalb einer Gesteinsschicht mehrere Meter weit entlang der Abbaufonten verfolgen. Sie sind jedoch überwiegend auf eine Schicht begrenzt und kreuzen nur in seltenen Fällen mehrere Schichten. Die Hauptkluftrichtungen sind in mehreren Schichten übereinander

identifizierbar und lassen sich nahezu im gesamten südwestlichen Bereich des Steinbruchs wiederfinden.

Die nachfolgende Abbildung 12 zeigt beispielhaft beide Hauptkluftrichtungen und deren rechtwinklige Orientierung zueinander sowie die senkrechte Orientierung zur Schichtung.



Abbildung 12: Foto der S-einfallenden Klüfte (rechts) und senkrecht dazu orientierten W-einfallenden Klüfte (links) auf der Sohle 283 m NHN.

Neben den beiden Hauptkluftrichtungen gibt es im Südwesten des Steinbruchs einige untergeordnete Klüftungen die keinem eindeutigen System unterliegen. Ihre Ausbreitung sowie Einfallswinkel und -richtung wiederholen sich nicht eindeutig in anderen nahegelegenen Schichten. Eine Unterscheidung von untergeordneten Klüften und unebenen Bruchkanten als Folge von Sprengvorgängen ist nicht immer eindeutig.

Erschwert werden die Messungen des Trennflächengefüges durch Abbauwände, welche durch Sprengvorgänge gelockert wurden. Aufgelockerte Gesteine, oder in einigen Bereichen komplett aufgelockerte Bereiche der Abbauwand, erlauben keine Messungen der darin enthaltenen Klüfte. Optisch kann jedoch festgestellt werden, dass die Hauptkluftrichtungen nicht erheblich von umliegenden, tatsächlich gemessenen Kluftrichtungen, abweichen.

Im Südwesten des Steinbruchs liegen wie bereits beschrieben einige Abbausohlen, die ohne erheblichen Aufwand nicht zugänglich waren. Diese Bereiche, in den keine Messungen vorgenommen werden konnten, weisen optisch keine deutlichen Abweichungen von darunterliegenden, tatsächlich gemessenen Schichtungen auf. Es ist anzunehmen, dass sich die Hauptkluftrichtungen in diesen unzugänglichen Bereichen ebenfalls nicht bedeutend von tatsächlichen Messwerten unterscheiden.

3.3.2 Westliche Abbaufront

Schichtung und Faltung

Die für die westliche Abbaufront erhobenen geologischen Messungen der Schichtung im Steinbruch Jaeger sind als Mittelwerte pro Aufschluss in Tabelle 3 aufgelistet sowie in Anlage 2 dargestellt.

Die Auswertung der Aufnahme ergab, dass die anstehenden Schichten im Westen des Steinbruchs überwiegend mit 5-30° flach nach NW bzw. SE einfallen. Die messbaren Schichten weisen an der westlichen Abbaufront eine Mächtigkeit von ca. 0,1-0,5 m auf.

Tabelle 3: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Schichtungen mit Aufschlussposition (westlicher Abbaubereich)

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Richtung Mittelw.	Winkel Mittelw.
C14	410377.449	5643729.529	132	27
C15	410355.458	5643765.514	324	21
C16	410343.462	5643782.508	316	19

Im westlichen Bereich des Steinbruchs, angrenzend an die Erweiterungsfläche, weisen die Lagerungsverhältnisse der Schichten kleinräumige, zehner Meter große Bereiche überkippter Falten und vertikale Schichtungen auf. Abbildung 13 zeigt eine solche

kleinräumige enge Faltung auf mit ungefährem Einfallen nach NE (Liegende Falte, Bereichsweise überkippt, Breite ca. 10-15 m).

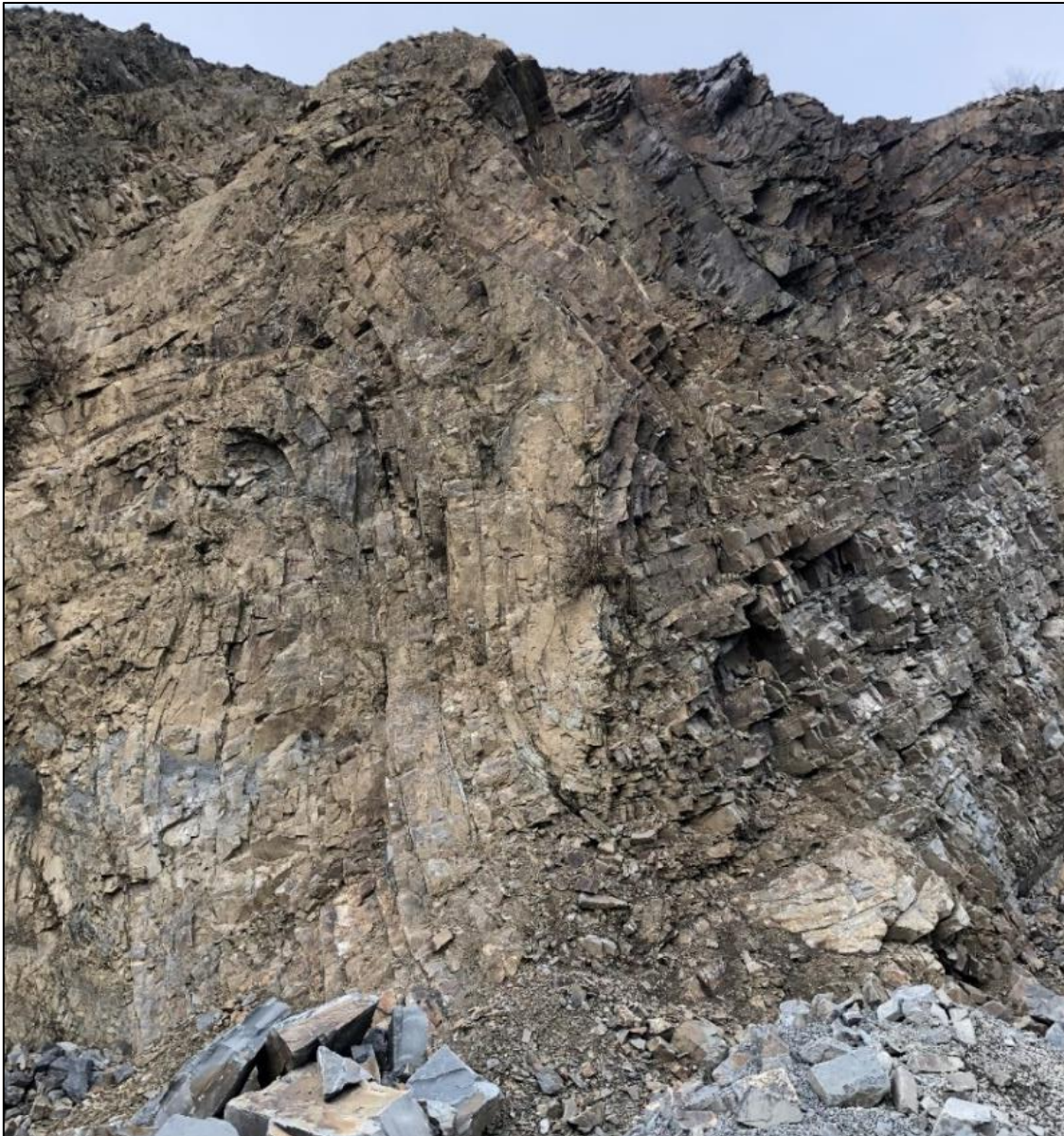


Abbildung 13: Kleinräumige enge Faltung an der westlichen Abbaufrent

Detaillierte Aufnahmen der Faltenachsen der Sattel- und Muldenstrukturen sind aufgrund der Zugänglichkeit im Westen des Steinbruchs nicht möglich. Die Heterogenität der Faltung ist jedoch auf kleinräumige Bereiche begrenzt, außerhalb dieser Bereiche setzen sich die großräumigen NE-SW verlaufenden flach einfallenden Faltenachsen fort.

Im Bereich der Spezialfaltung sind einige wenige Faltenschenkel der Schichtung aufgeschlossen. Die aufgeschlossenen Flächen zeigen Harnische, die als Folge von Verschiebungen entlang der Schichtgrenzen gedeutet werden können (MESCHÉDE, 1993).

Störungen

Im Westen des Steinbruchs sind mehrere kleinere NE-SW streichende Abschiebungen anzutreffen, welche mit 50-60° nach SE einfallen. Die Störungen verlaufen parallel zueinander und haben einen geringen Versatz (< 0,5 m). Die geringe Größe der Störungen hinterlässt schmale Störungszonen im niedrigen Dezimeterbereich. Die Störungen lassen sich über ein bis zwei Sohlen ca. 30 m - 40 m nachverfolgen, sind jedoch in vielen Bereichen schlecht aufgeschlossen oder von Abraum bedeckt. Generell fallen die NE-SW streichende Störungen im Westen des Steinbruchs kleiner aus als die N-S streichenden Störungen im Südwesten.

Klüfte/Kluftsysteme

Im Westen des Steinbruch Jaeger konnten im Zuge des Trennflächengefüges die im Bereich der südwestlichen Abbaufont beschriebenen zwei Hauptkluftrichtungen identifiziert werden. Diese nahezu rechtwinklig zueinanderstehenden Hauptkluftrichtungen stehen größtenteils steil und sind ebenfalls annähernd senkrecht zur Schichtung orientiert. Die Einfallswinkel dieser Klüfte beträgt überwiegend ca. 70-90°, sie können jedoch auch in einigen Bereichen flacher auftreten (Tabelle 4).

Tabelle 4: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Kluftmessungen der Hauptkluftrichtungen mit Aufschlussposition (westlicher Abbaubereich)

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Richtung Mittelw.	Winkel Mittelw.
Westlicher Bereich des Steinbruchs				
B9	410390.444	5643626.569	94	72
B9	410390.444	5643626.569	198	72
B10	410398.440	5643677.549	208	79
B10	410398.440	5643677.549	90	85
B11	410406.438	5643672.551	102	71
C4	410337.464	5643761.516	263	84
C4	410337.464	5643761.516	22	64
C5	410347.461	5643770.512	255	73
C5	410347.461	5643770.512	21	69
C11	410360.456	5643627.569	73	86
C11	410360.456	5643627.569	186	79

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Richtung Mittelw.	Winkel Mittelw.
Westlicher Bereich des Steinbruchs				
C12	410371.451	5643680.548	33	59
C12	410371.451	5643680.548	97	75
C13	410374.450	5643698.541	94	71
C13	410374.450	5643698.541	196	82
C14	410377.449	5643729.529	19	62
C14	410377.449	5643729.529	242	85
C15	410355.458	5643765.514	256	80
C15	410355.458	5643765.514	340	52
C16	410343.462	5643782.508	96	82
C16	410343.462	5643782.508	195	84
C17	410335.465	5643810.497	83	86
C17	410335.465	5643810.479	140	61

Die Einfallrichtungen dieser Hauptklüfte sind, wie bereits im Südwesten dokumentiert, überwiegend nach E bzw. W orientiert, sowie nach N bzw. S. Kleinere Abweichungen von den Hauptorientierungen sind in einigen Bereichen angetroffen worden.

Einzelne Klüfte der Hauptkluftrichtungen lassen sich im westlichen Bereich ebenfalls pro Schicht mehrere Meter weit verfolgen, sind jedoch überwiegend auf eine Schicht begrenzt. Die Hauptkluftrichtungen sind in mehreren Schichten übereinander identifizierbar.

Neben den beiden Hauptkluftrichtungen gibt es im Westen des Steinbruchs einige untergeordnete Klüftungen die kein eindeutiges System aufweisen. Ihre Ausbreitung, sowie Einfallswinkel und -richtung wiederholen sich nicht eindeutig in anderen nahegelegenen Schichten.

Unzugängliche Sohlen im Westen des Steinbruchs liegen im Bereich des mächtigen Abbaus auf der oberen Sohle.

4 Auswertung der Messergebnisse

Die für die Untersuchungen des Trennflächengefüges durchgeführten Messreihen liefern insgesamt vergleichbare Ergebnisse zu den bisherigen Erkenntnissen von FÜLLING (1994) über die Lagerstätte, sodass die beschriebenen geologischen Strukturen auch grundsätzlich in der Erweiterungsfläche fortgeführt werden können. Die großräumigen Strukturen stimmen in ihrer Ausrichtung erwartungsgemäß mit den dokumentierten Strukturen überein.

Die aktuellen Messungen und Auswertungen im westlichen und südlichen Abbaubereich haben ergeben, dass die Schichtung überwiegend mit 5-30° flach nach NW bzw. SE abtaucht.

Der südwestliche Bereich des Steinbruchs weist im Anschnitt eine recht homogene Faltung und Schichtung auf, deren Faltenachsen übereinstimmend mit der bisherigen Datenlage von FÜLLING (1994) ca. 5-15° nach SW abtauchen.

Der westliche Bereich des Steinbruchs weist hingegen eine recht heterogene Ausprägung der Faltung und Schichtung auf, die in kleinräumigen, zehner Meter großen Bereichen überkippte Falten und vertikale Schichtungen zur Folge hat. Die umliegenden großräumigen Faltenachsen verlaufen weiterhin NE-SW mit flach einfallenden Faltenschenkeln nach NW bzw. SE.

Die Störungen im Südwesten des Steinbruchs streichen N-S und fallen mit ca. 50-60° nach E ein. Es ist damit zu rechnen, dass sich diese größeren Störungen, sowie deren kleinere parallele Störungen, unverändert nach Süden in die Erweiterungsfläche fortsetzen. Im Fachgutachten von FÜLLING (1994) wurden im südwestlichen Abbaubereich Störungen mit Einfallswinkeln von 80°/70° nach E beschrieben, welches sich von den hier dokumentierten flacheren Störungen unterscheidet. Diese Abweichungen können hierbei den unterschiedlichen Abbauständen während der jeweiligen Untersuchungen des südwestlichen Tagebaubereichs geschuldet sein.

Die N-S streichenden Störungen in der westlichen Abbaufont bilden bei einem Einfallswinkel von 50-60° nach E nur einen geringen Versatz zur Abbauwand. Im westlichen Bereich des Steinbruchs sind ebenfalls kleinere NE-SW streichende, mit 50-60° nach SE einfallende Abschiebungen anzutreffen.

Im Fachgutachten von FÜLLING 1994 wurden im Bereich der Lagerstätte zwei steil stehende Hauptkluftrichtungen mit Einfallrichtungen nach ESE bzw. WNW sowie nach NNE bzw. SSW beschrieben. Die Einfallswinkel der im Gutachten beschriebenen Klüfte und der in diesem Bericht dokumentierten Kluftsysteme stimmen weitgehend überein.

Im Südwesten und Westen des Steinbruchs konnten wie beschrieben erwartungsgemäß die zwei rechtwinklig zueinanderstehenden Hauptkluftrichtungen dokumentiert werden. Diese mit 70-90° steil stehenden Klüfte sind nahezu senkrecht zur Schichtung orientiert, können jedoch auch flacher auftreten. Die Einfallrichtungen nach E bzw. W, sowie nach S bzw. N und die Einfallswinkel sind für den Südwesten und Westen des Steinbruchs annähernd identisch. Da die Klüftung weitgehend senkrecht zur Schichtung steht, sind die Einfallswinkel der Klüfte abhängig von den Einfallswinkeln der flachen Schichtung. Neben den beiden Hauptkluftrichtungen gibt es einige untergeordnete Klüftungen die kein eindeutiges System aufweisen.

5 Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Erweiterung des Steinbruchs Jaeger wurde vom Geologischen Dienst NRW, vom dortigen Fachbereich Ingenieurgeologie, eine Untersuchung des Trennflächengefüges gefordert. Die Untersuchung sollte u.a. auf der Grundlage der Ergebnisse des geologisch/hydrogeologischen Gutachtens von FÜLLING aus dem Jahre 1994/95 und den im Jahre 2014 und 2018/19 durchgeführten Bohrungen erfolgen.

Nach Sichtung der Unterlagen fand Anfang 2021 im Steinbruch Jaeger eine umfangreiche Aufnahme des Trennflächengefüges der zugänglichen Bereiche Richtung Erweiterungsfläche statt. Die durchgeführten geologischen Messungen des Trennflächengefüges liefern übereinstimmende Resultate zu den bisherigen Erkenntnissen von FÜLLING (1994), so dass die beschriebenen Strukturen von FÜLLING auch in der Erweiterungsfläche fortgeführt werden können.

Die aktuellen Messungen und Auswertungen haben ergeben, dass die Schichtung überwiegend mit 5-30° flach nach NW bzw. SE in die Abbauwand hinein abtaucht. Der südwestliche Bereich des Steinbruchs weist eine homogene Faltung und Schichtung auf, deren Faltenachsen übereinstimmend mit der bisherigen Datenlage von FÜLLING (1994) ca. 5-15° nach SW abtauchen. Aufgrund dessen ist zu erwarten, dass sich die

Schichtung und das Trennflächengefüge im Verlauf der südlichen Erweiterungsfläche unverändert fortführt.

Der westliche Bereich des Steinbruchs weist eine heterogene Entwicklung der Falten und Schichtung auf, die in kleinräumigen, zehner Meter großen Bereichen überkippte Spezialfaltungen und vertikale Schichtungen zur Folge hat. Die übrigen Bereiche im Westen des Steinbruchs weisen weiterhin die großräumigen NE-SW verlaufenden Faltenachsen, mit flach einfallenden Faltenschenkeln nach NW und SE, auf.

Die weitere Entwicklung der kleinräumigen Heterogenität kann im Bereich der Erweiterungsfläche auf Basis der durchgeführten Aufnahmen nicht vorausgesagt werden. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass es im Falle von Heterogenität zu lokalen Änderungen der Faltung und des Trennflächengefüges kommen kann.

Im Südwesten des Steinbruchs streichen die Störungen N-S und fallen mit ca. 50-60° nach E ein. Für die Erweiterungsfläche ist damit zu rechnen, dass sich die Störungen, sowie deren kleinere parallele Störungen, in Richtung und Winkel unverändert nach Süden fortsetzen.

Die N-S streichenden Störungen in der westlichen Abbaufont bilden bei einem Einfallswinkel von 50-60° nach E nur einen geringen Winkel zur Abbauwand. Im westlichen Bereich des Steinbruchs sind ebenfalls kleinere NE-SW streichende Abschiebungen anzutreffen. Diese mit 50-60° nach SE einfallenden parallelen Störungen sind in Orientierung und Einfallen ebenfalls im Erweiterungsbereich fortgeführt zu erwarten.

Im Südwesten und Westen des Steinbruchs sind zwei rechtwinklig zueinanderstehende Hauptkluftrichtungen identifiziert worden. Diese mit 70-90° steil stehenden Klüfte sind annähernd senkrecht zur Schichtung orientiert, können jedoch auch flacher auftreten. Die Einfallrichtungen nach E bzw. W, sowie nach S bzw. N und die Einfallswinkel sind für den Südwesten und Westen des Steinbruchs nahezu identisch. Da die Klüftung weitgehend senkrecht zur Schichtung steht sind die Einfallswinkel der Klüfte abhängig von den Einfallswinkeln der flachen Schichtung. Die nahezu vertikal stehenden Klüfte in den überwiegend flach orientierten Schichten sorgen für ein Trennflächengefüge in nahezu horizontaler und vertikaler Lage zu den Abbauwänden.

Neben den beiden Hauptkluftrichtungen gibt es einige untergeordnete Klüftungen die kein eindeutiges System aufweisen.

6 Literatur

FÜLLING, H.-P., 1994. Geologische/hydrogeologische Untersuchungen im Grauwacken-Steinbruch der Steinbruchbetriebe Jaeger GmbH & Co.KG, Reichshof-Nespen. H.-P. Fülling, Dipl.-Geologe, In der Krim, 42, 42369 Wuppertal. *Nicht veröffentlichtes Fachgutachten*

GRABERT, H. und HILDEN, H.D., 1972. Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000. Blatt 5012 Eckenhagen mit Erläuterungen. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld

MESCHEDE, M., 1993: Methoden der Strukturgeologie. Enke, Stuttgart, S. 112

REUTHER C.-D., 2012. Einmessung und graphische Darstellung von Flächen und Linien. In: Grundlagen der Tektonik. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, S. 237-249

7 **Abbildungsverzeichnis**

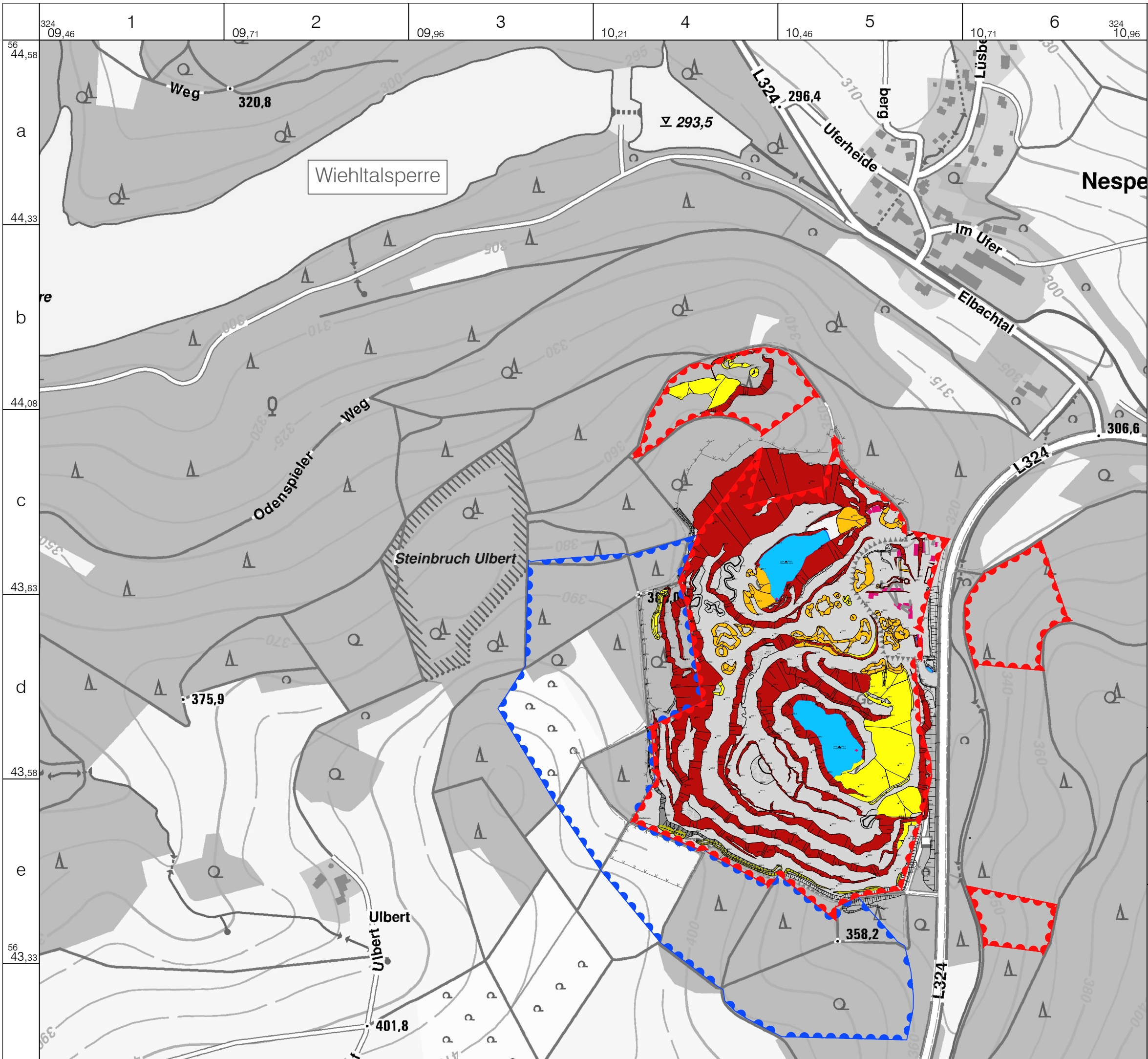
Abbildung 1: Tektonische Baueinheiten im Blattgebiet (Quelle: Blatt Eckenhagen)	4
Abbildung 2: Auszug aus der geologischen Karte, Blatt 5012 Eckenhagen	5
Abbildung 3: Ausschnitt aus der Streichlinienkarte, Blatt 5012 Eckenhagen	7
Abbildung 4: Westliche Abbauwand mit dunkelgrauen sandigen Siltsteinen und hellgrauen, bis braunen Sandsteinen darunter (Bildunterkante 2m)	8
Abbildung 5: Blick auf die südwestliche Abbaufront	9
Abbildung 6: Blick auf die westliche Abbaufront	10
Abbildung 7: Auszug aus dem Tage- und Gewinnungsriss (Betriebszustand 12/2019) Die genehmigte Fläche ist rot dargestellt, die Erweiterungsfläche in blau.	12
Abbildung 8: Beispielhafte Stereonez Darstellungen der Kluftrmessungen D5 an der südlichen Abbaufront	14
Abbildung 9: Aktuelle Vermessung des Steinbruchs Jaeger mit der Position der Aufschlüsse an den Messungen vorgenommen wurden. Maßstab 1: 2.000	16
Abbildung 10: N-S verlaufende Störungsfläche im Südwesten des Steinbruchs (gelb markiert). Blick nach Südwesten	18
Abbildung 11: Stereonez Darstellung der Ergebnisse von Kluftrmessungen (Aufschluss C3 & C8) an der südwestlichen Abbaufront	21
Abbildung 12: Foto der S-einfallenden Klüfte (rechts) und senkrecht dazu orientierten W-einfallenden Klüfte (links) auf der Sohle 283 m NHN.	22
Abbildung 13: Kleinräumige enge Faltung an der westlichen Abbaufront	24

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Schichtungen mit Aufschlussposition (südwestlicher Abbaubereich)	17
Tabelle 2: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Kluftrichtungen der Hauptkluftrichtungen mit Aufschlussposition (südwestlicher Abbaubereich)	19
Tabelle 3: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Schichtungen mit Aufschlussposition (westlicher Abbaubereich)	23
Tabelle 4: Mittelwerte für Einfallrichtung und -winkel [°] der Kluftrichtungen der Hauptkluftrichtungen mit Aufschlussposition (westlicher Abbaubereich)	25

9 Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtsplan Steinbruch Jaeger mit der geplanten Erweiterungsfläche im Maßstab 1: 5.000	
Anlage 2: Aufschlüsse mit Schichtung und Faltenachsen im Steinbruch Jaeger im Maßstab 1: 2.000	
Anlage 3: Stereonez Daten der durchgeführten Kluftrichtungen	



Legende

Böschungen

- Lavasandböschung
- Abraumböschung
- Haldenböschung
- sonstige Böschung

Kataster

- Gemeindegrenze
- Gemarkungsgrenze
- Flurgrenze
- Flurstücksgrenze
- Nutzungsgrenze

Betrieb

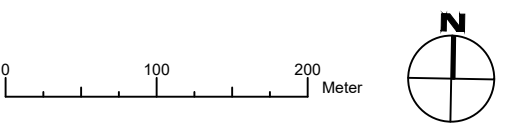
- Betriebsgrenze
- geplante Steinbrucherweiterung

Bebauung

- Gebäude, betriebseigen
- Gebäude, fremd

Sonstiges

- Laubwald
- Nadelwald
- Grünland
- Brachland



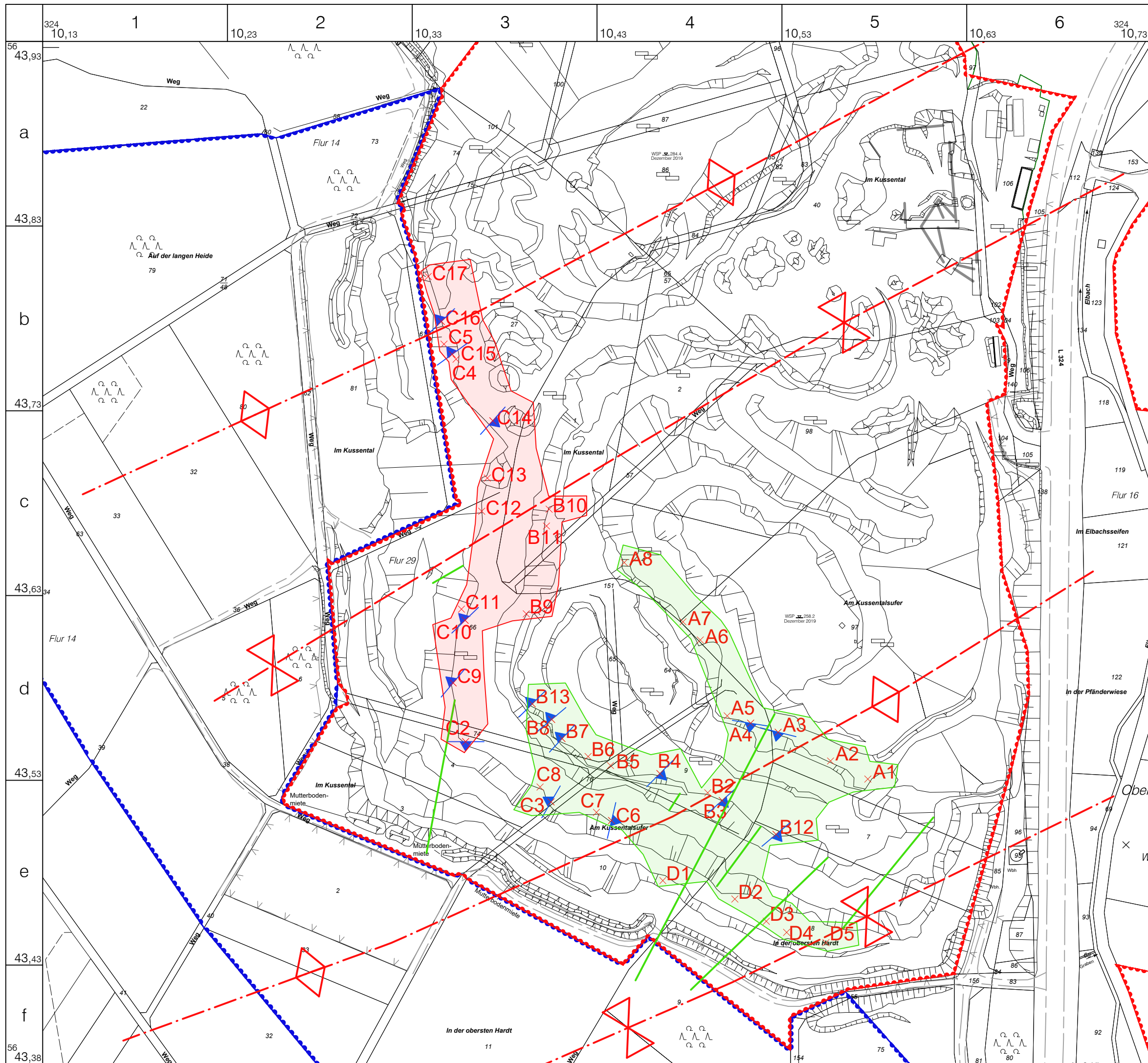
SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
 Ingenieurgesellschaft mbH
 +49 241 / 16000-0 info@sst-consult.de

Datum : 02.08.2021 gez. : D. Rybka
 Maßstab : 1:5000
 Projektnr. : 2111003 gepr. : Dipl.-Geol. D. Quante

**Günter Jaeger
 Steinbruchbetriebe GmbH**

Untersuchungsbericht zum Trennflächengefüge im
 Rahmen der geplanten Erweiterung des
 Steinbruchs-Jaeger

Übersichtsplan Steinbruch Jaeger



Legende

- Böschungen**
- Gewinnböschung
 - Abraumböschung
 - Kippenböschung; Abraum
 - Kippenböschung; Produkt
 - Kippenböschung; Mutterboden
 - sonstige Böschung

- Festpunkte**
- Höhenpunkt

- Bebauung**
- Gebäude
 - Mauer
 - Zaun

- Betrieb**
- Betriebsfläche
 - geplante Erweiterungsfläche

- Sonstiges**
- Faltnachse vermutet
 - Faltnachse
 - Störungen

A4
 Raumstellung er Schichtflächen und Bezeichnung des Aufschlusses
 Einfallrichtung mit Einfallwinkel $\beta = 15^\circ$

0 20 40 Meter

Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner
 Ingenieuresellschaft mbH
 +49 241 / 16000-0 info@sst-consult.de

Datum : 05.08.2021 gez. : N. Davoud Abadi
 Maßstab : 1:2000
 Projektnr. : 2111003 gepr. : M. Passchier, M.Sc.

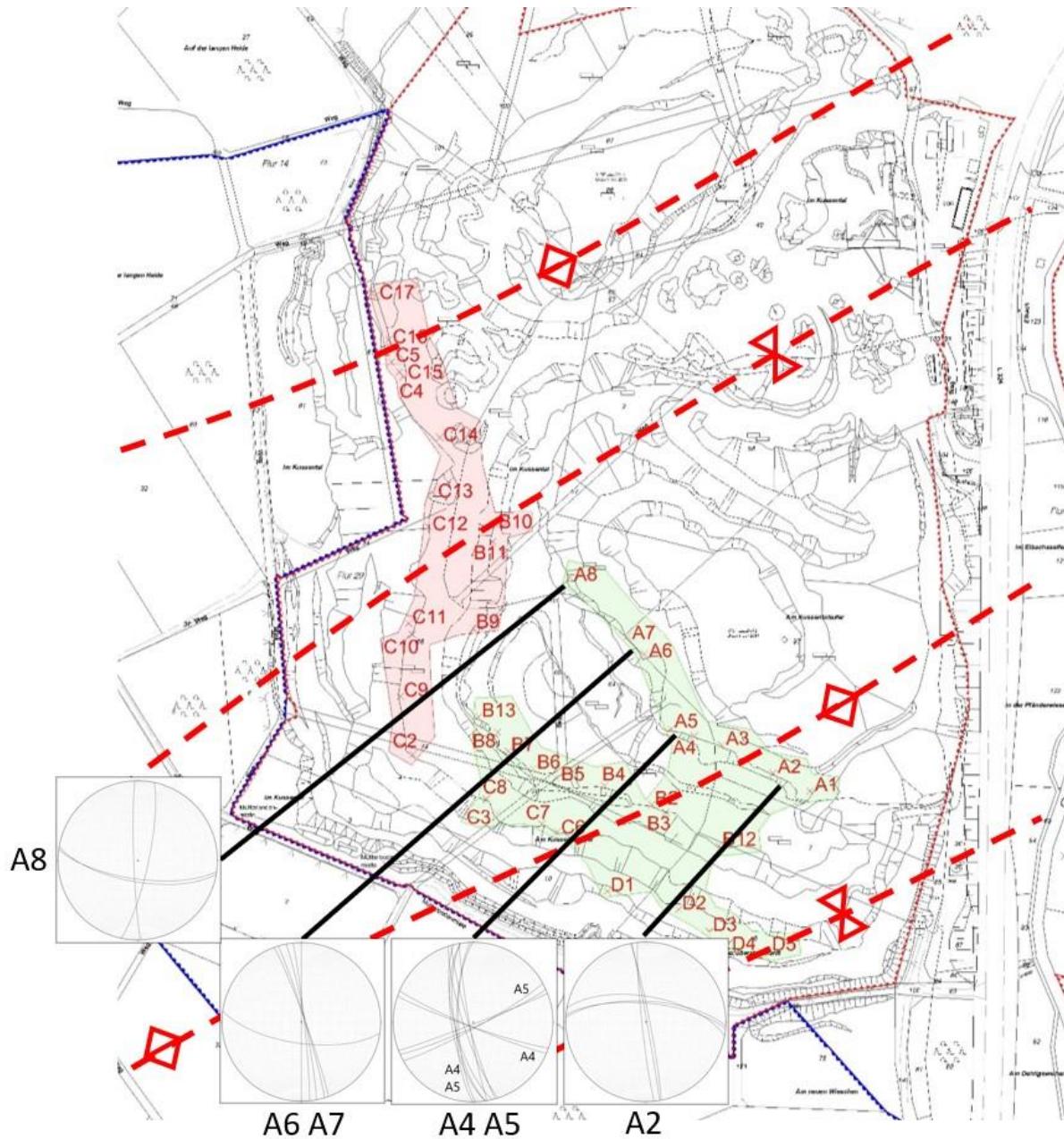
Dateiname: Klufmessungen_Schichtungen, Layout: A3

**Günter Jaeger
 Steinbruchbetriebe GmbH**

Untersuchungsbericht zum Trennflächengefüge
 im Rahmen der geplanten Erweiterung des
 Steinbruchs-Jaeger

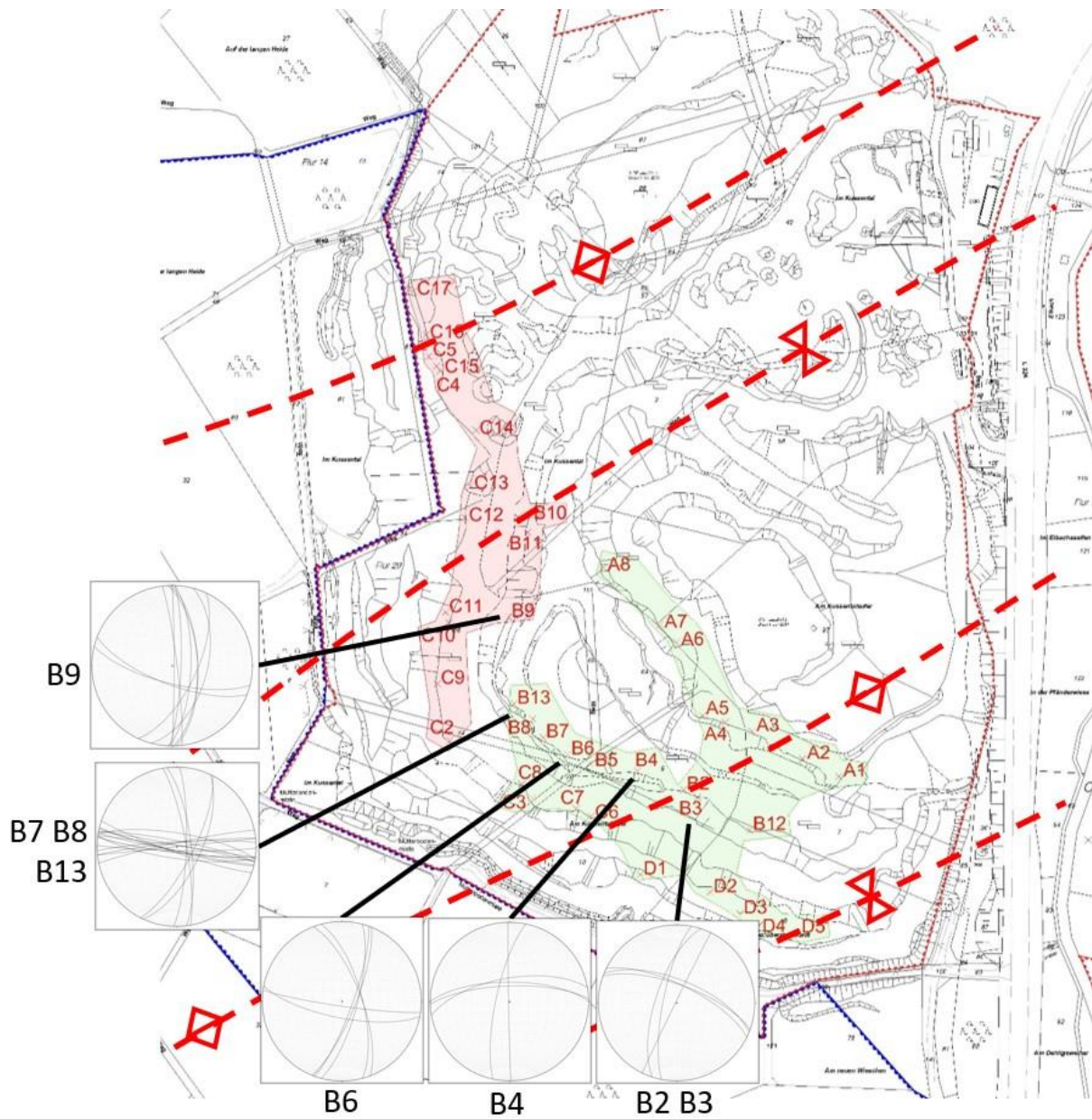
Aufschlüsse mit Schichtung und
 Faltnachsen im Steinbruch Jaeger

Untersuchung zum Trennflächengefüge im Steinbruch Jaeger/Reichshof-Nespen Anlage 3: Stereonetze Daten der Kluftrmessungen



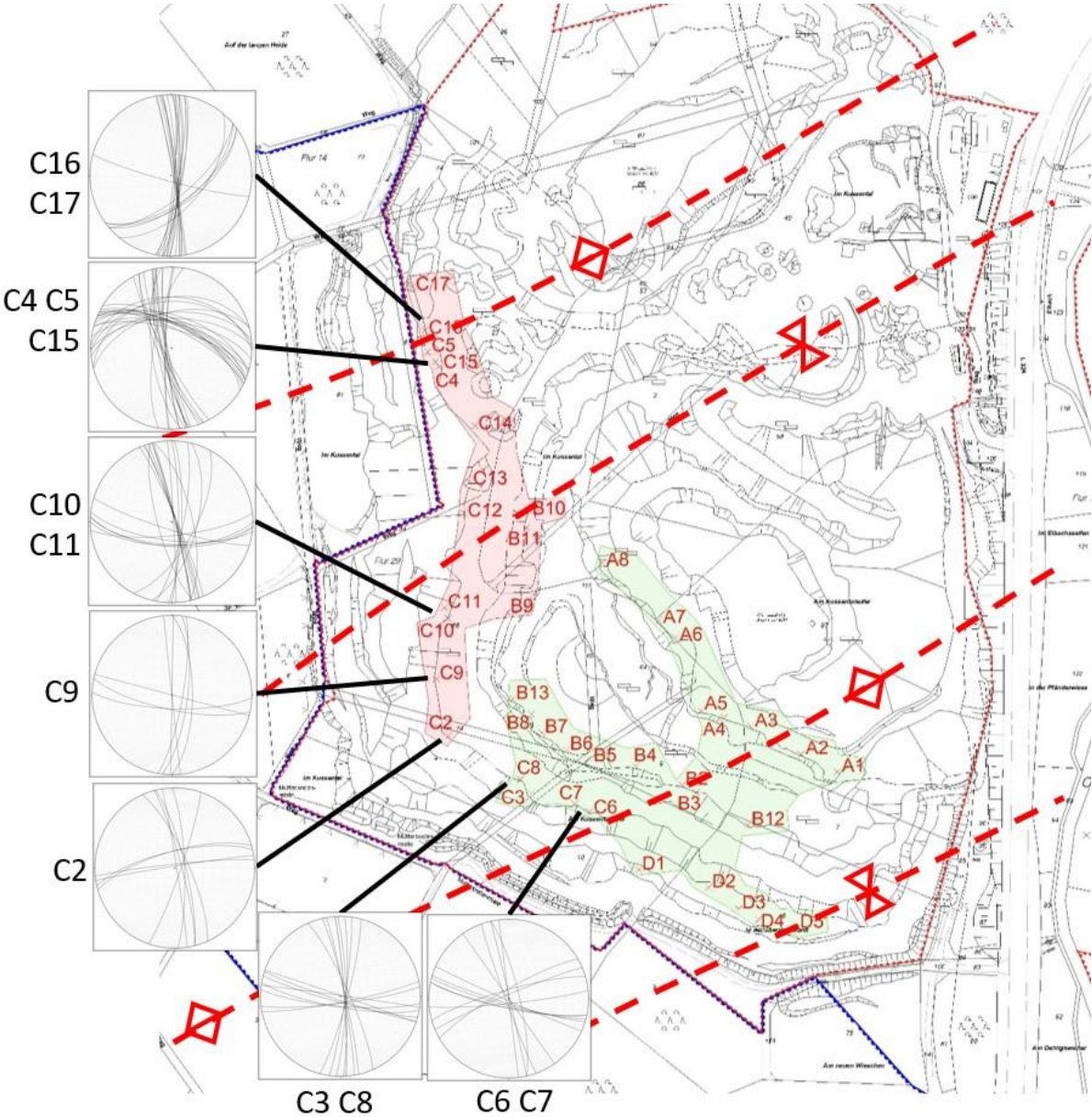
Positionen der Aufschlüsse mit Kluftrmessungen auf Sohle A (Sohle 283 m NHN).
Aufschlüsse in unmittelbarer Nähe werden in einem Stereonetze zusammengefasst.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrmessungen



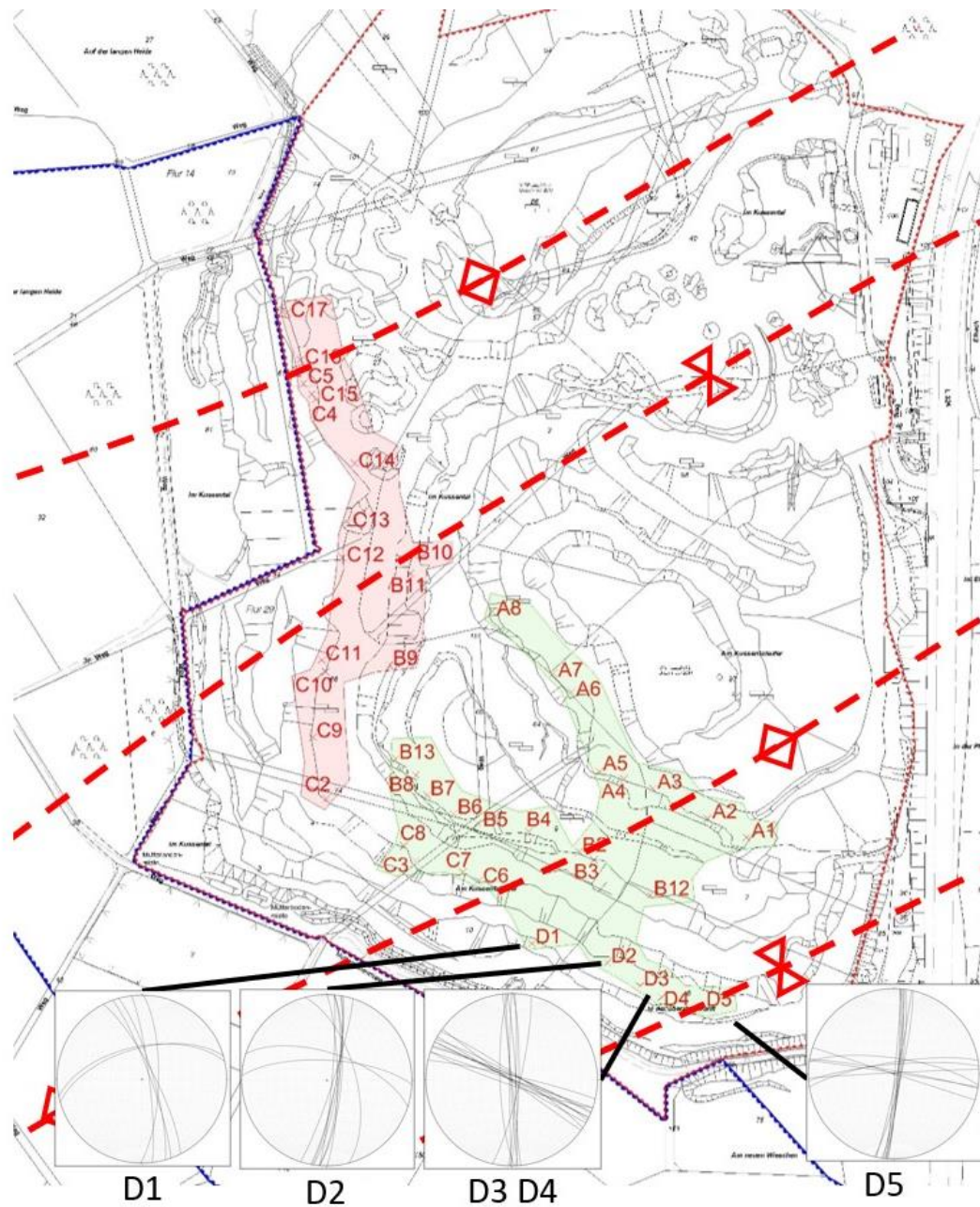
Positionen der Aufschlüsse mit Kluftrmessungen auf Sohle B (Sohle 293 m NHN).
 Aufschlüsse in unmittelbarer Nähe werden in einem Stereonetz zusammengefasst.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrmessungen



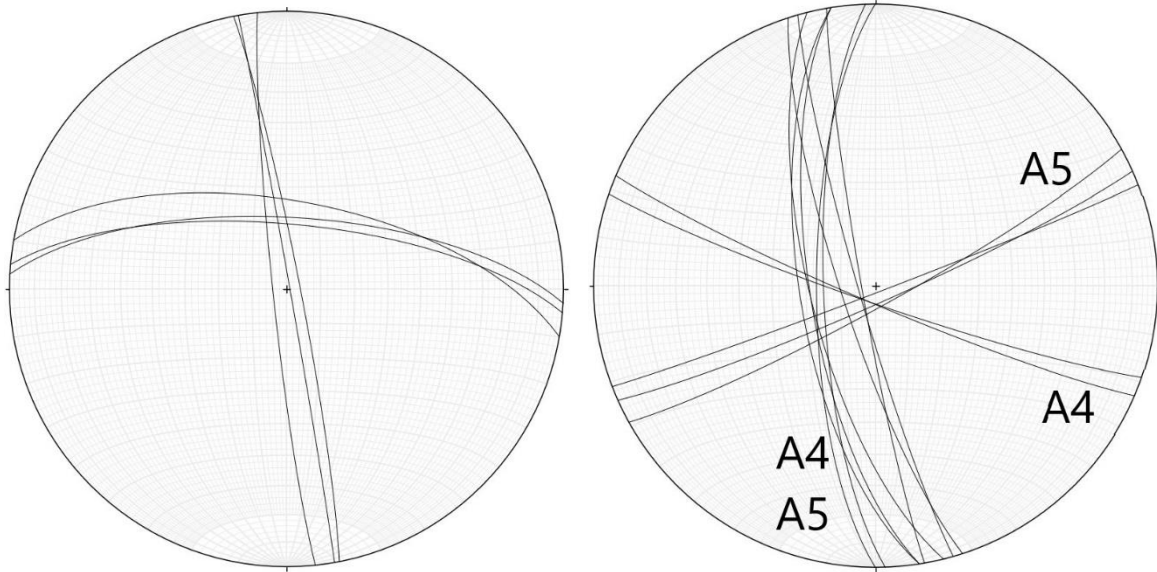
Positionen der Aufschlüsse mit Kluftrmessungen auf Sohle C (Sohle 326 m NHN). Aufschlüsse in unmittelbarer Nähe werden in einem Stereonetz zusammengefasst.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrmessungen



Positionen der Aufschlüsse mit Kluftrmessungen auf Sohle D (Sohle 356 m NHN). Aufschlüsse in unmittelbarer Nähe werden in einem Stereonetz zusammengefasst.

Anlage 3: Stereonetze Daten der Kluftrmessungen



Stereonet Messungen A2

Mittelw. = 006/68 & 081/87

Stereonet Messungen A4 A5

Mittelw. A4 = 263/75 & 201/85

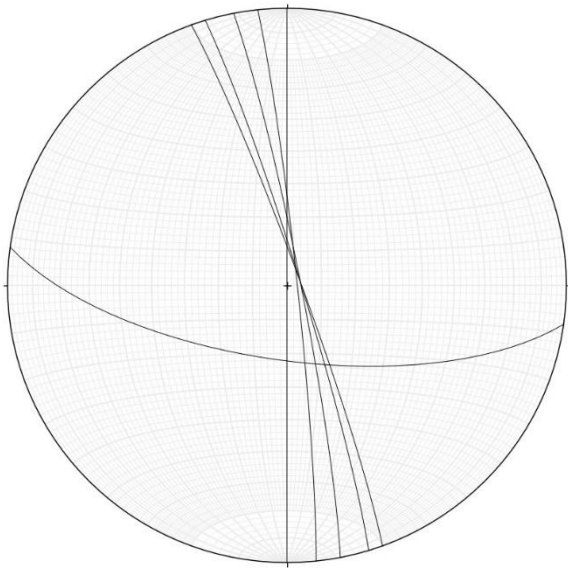
Mittelw. A5 = 258/78 & 155/86

Bei den abgebildeten Stereonetzen ist die Orientierung wie die eines Kompasses zu verstehen („oben“ = N, „rechts“ = E, „unten“ = S, „links“ = W), mit den entsprechenden Gradzahlen im Uhrzeigersinn von 0° bis 360°.

Der Aufschluss A2 im Süden des Steinbruchs weist eindeutige N-S und E-W streichende Klüfte auf, wobei die N einfallenden Klüfte flacher einfallen.

Die Aufschlüsse A4 und A5 teilen die W einfallenden Klüfte in nahezu identischer Orientierung und Einfallswinkel. Die zweite Hauptkluftrichtung unterscheidet sich zwischen den beiden Aufschlüssen deutlich, kann jedoch noch als die in etwa E-W streichenden Klüfte identifiziert werden.

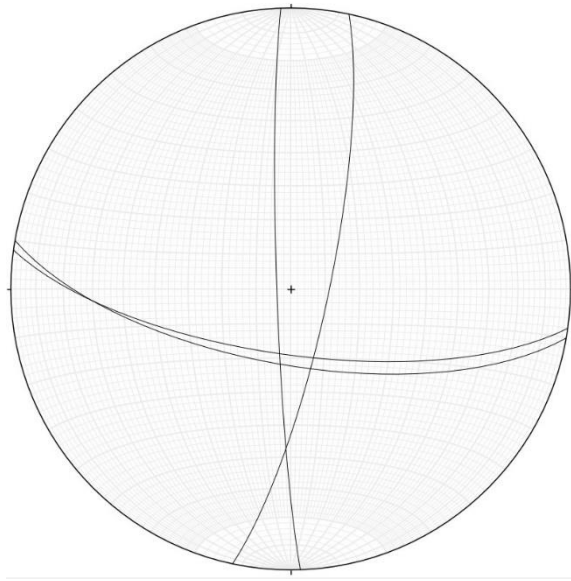
Anlage 3: Stereonetze Daten der Kluftrmessungen



Stereonetze Messungen A6 A7

Mittelw. A6 = 087/89 & 188/68

Mittelw. A7 = 074/86; N-S vorhanden aber nicht verlässlich messbar

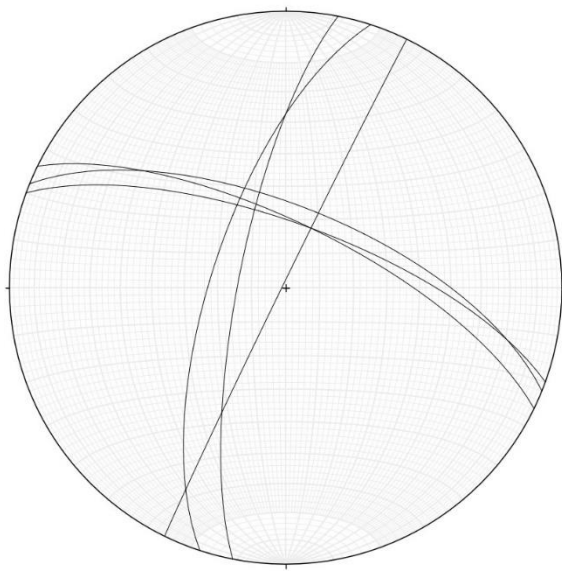


Stereonetze Messungen A8

Mittelw. = 095/83 & 189/70

In den Aufschlüssen A6, A7 und A8 sind die E bzw. W und S einfallenden Klüfte anhand der Stereonetze klar dokumentiert. Die Anzahl der zugänglichen und messbaren Klüfte ist limitiert, jedoch ausreichend für ein aussagekräftiges Ergebnis der Hauptklüfte.

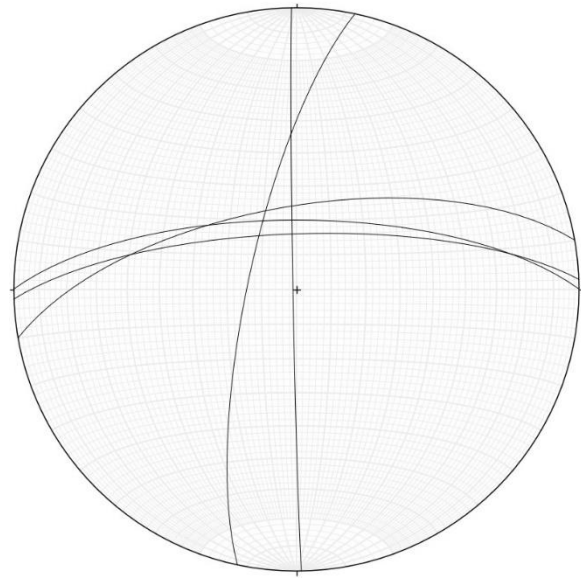
Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrmessungen



Stereonetz Messungen B2 B3

Mittelw. B2 = 022/66 & 285/72

Mittelw. B3 = 023/71 & 296/89



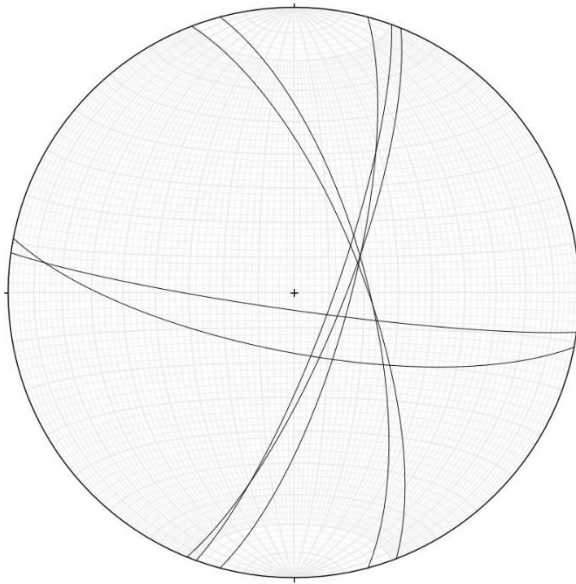
Stereonetz Messungen B4

Mittelw. = 116/70 & 276/83

Die Aufschlüsse B2 und B3 weisen NNE und WNW einfallende steile Hauptklüfte auf. Diese Einfallsrichtung unterscheidet sich zwar in geringem Maße von den üblicherweise angetroffenen N-S und E-W orientierten Klüften, die Abweichungen können jedoch im Zusammenhang mit der Faltenachse liegen welche diese beiden Aufschlüsse kreuzt.

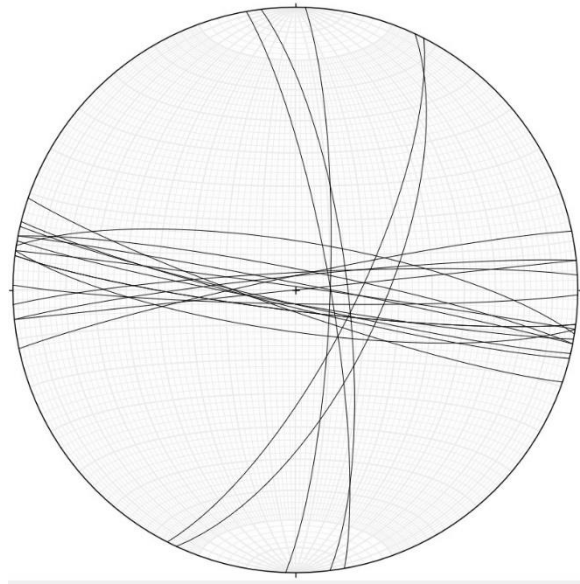
Der Aufschluss B4 weist die üblichen eindeutige N-S und E-W streichende Klüftung auf.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrmessungen



Stereonet Messungen B6

Mittelw. = 094/74 & 190/79



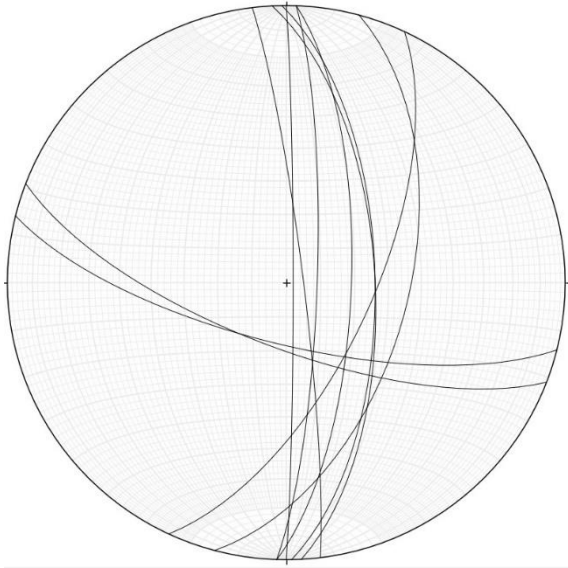
Stereonet Messungen B7 B8 B13

Mittelw. B7 = 082/78 & 002/86

Mittelw. B8 & B13 = 108/73 & 190/84

Die Stereonetze der Aufschlüsse B6 sowie B7, B8 und B13 im Südwesten dokumentieren die in etwa E einfallenden Klüfte, sowie die steil stehenden E-W streichenden Klüfte. Es werden zwei bevorzugte Orientierungen nach ESE und ENE angedeutet, welche gemittelt nach E einfallen.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrmessungen

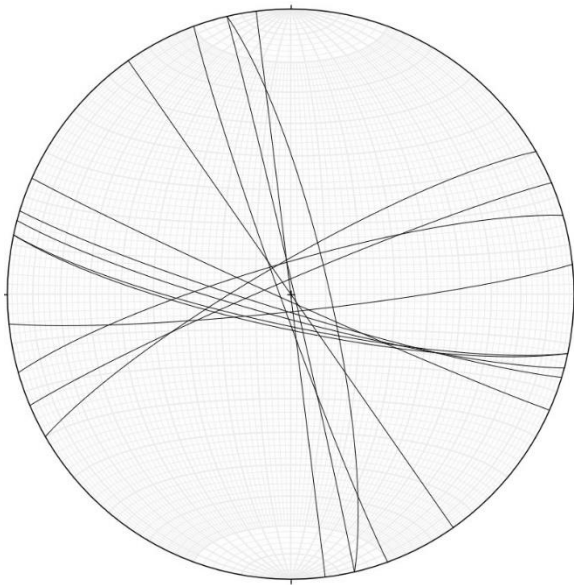


Stereonet Messungen B9

Mittelw. = 094/72 & 198/72

Der Aufschluss B9 weist S einfallende und eindeutig E einfallende Hauptklüfte auf. Bei den E einfallenden Klüften ist eine Streuung des Einfallswinkels zu erkennen, dessen Mittelwert übereinstimmend zu den Messwerten von umliegenden Klüften passt.

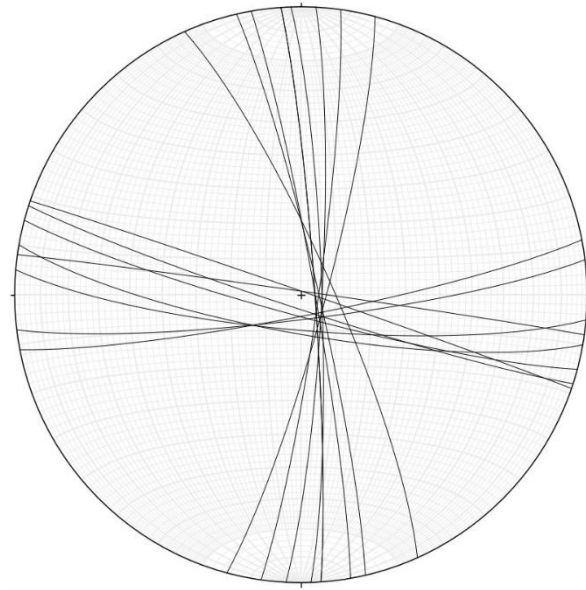
Anlage 3: Stereonetze Daten der Kluftrichtungen



Stereonetze Messungen C6 C7

Mittelw. C6 = 243/89 & 337/83

Mittelw. C7 = 079/86 & 192/84



Stereonetze Messungen C3 C8

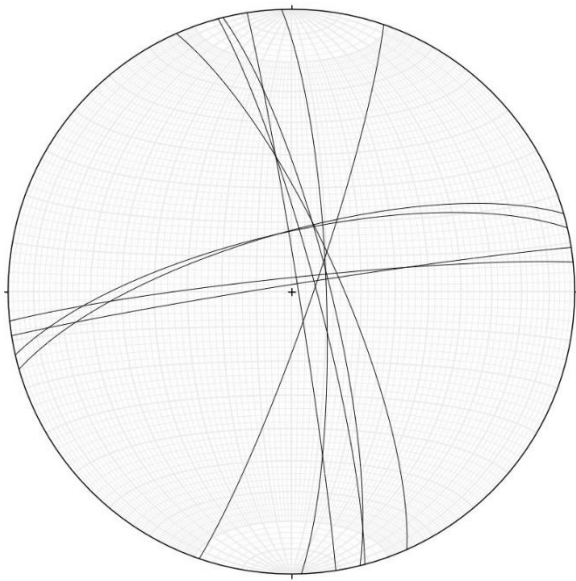
Mittelw. C3 = 088/84 & 186/84

Mittelw. C8 = 077/85 & 195/84

Die Aufschlüsse C6 und C7 zeigen anhand des Stereonetzes eine hohe Streuung der Einfallsrichtungen der Klüfte. Dennoch sind die Hauptkluftrichtungen der N-S und E-W streichenden Orientierungen identifizierbar und lassen sich durch ermittelte Mittelwerte einzelner Hauptkluftrichtungen bestätigen. Die Streuung der Hauptkluftrichtungen kann einerseits auf die nahezu senkrechte Orientierung zurückgeführt werden, welche beim Messen zu ungenaueren Einfallsrichtungen führen kann. Eine weitere Ursache der Streuung ist möglicherweise auf die nahegelegene Faltenachse zurückzuführen.

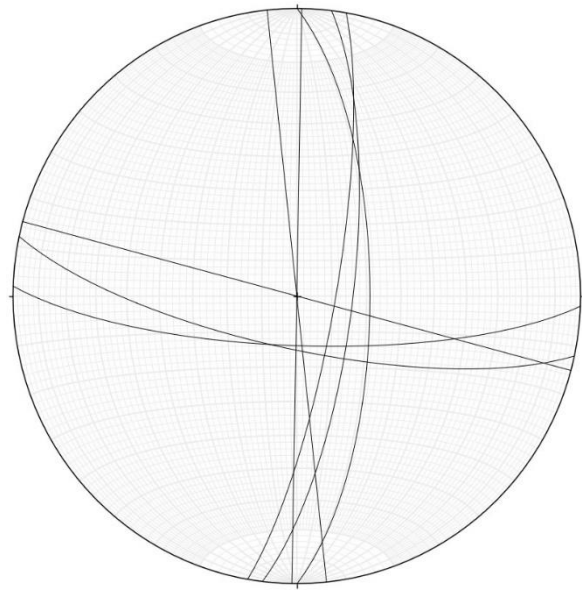
In ausreichendem Abstand zu der Faltenachse bei den v.g. Aufschlüssen sind die Hauptkluftrichtungen der Aufschlüsse C3 und C8 deutlicher ausgeprägt. Eine gewisse Streuung bleibt erhalten, diese kann jedoch ebenfalls auf die steile Ausrichtung der Klüfte zurückgeführt werden. Die Hauptkluftrichtungen der S- und E- einfallenden Klüfte sind hier deutlich identifizierbar.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrichtungen



Stereonet Messungen C2

Mittelw. = 083/82 & 349/80

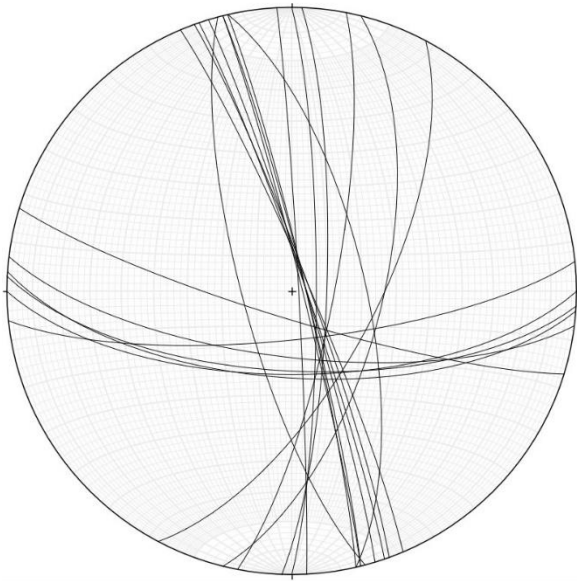


Stereonet Messungen C9

Mittelw. = 092/80 & 190/80

Die Aufschlüsse C2 und C9 weisen eine geringe Streuung der Einfallswinkel der Klüfte auf. Die Hauptkluftrichtungen der N- und E einfallenden Klüfte sind jedoch eindeutig identifizierbar anhand des Stereonetzes.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrichtungen



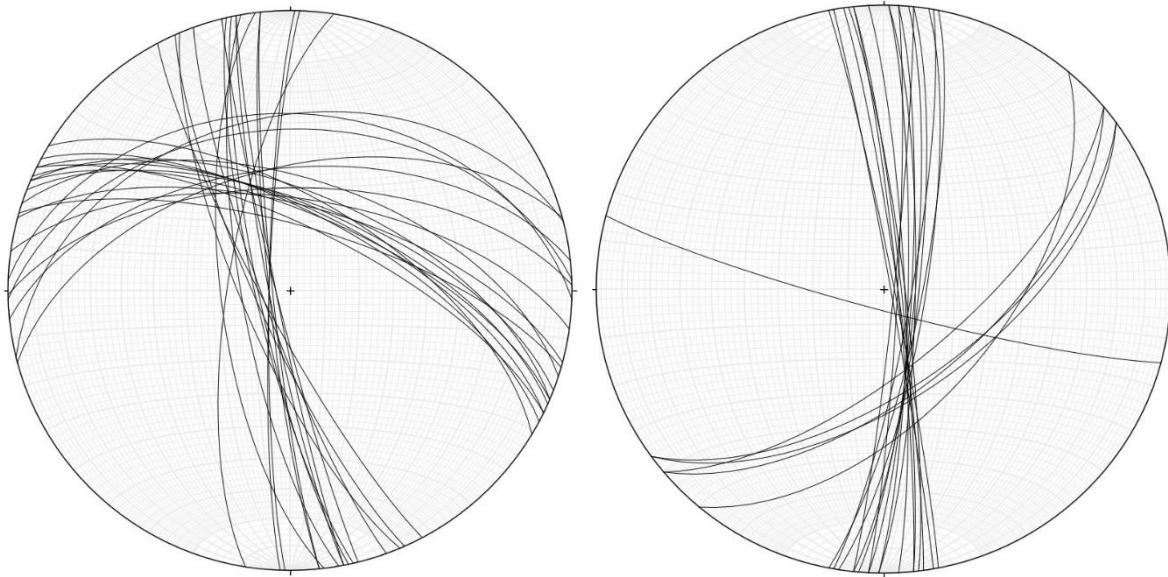
Stereonetz Messungen C10 C11

Mittelw. C10 = 184/67 & 106/86

Mittelw. C11 = 186/79 & 073/86

Die Aufschlüsse C10 und C11 weisen eine hohe Streuung der Einfallswinkel auf. Die Hauptkluftrichtungen der S- und E einfallenden Klüfte können jedoch anhand des Stereonetzes identifiziert werden, und lassen sich anhand der Mittelwerte der Kluftrichtungen bestätigen. Die Aufschlüsse liegen im Westen des Steinbruchs im Bereich der heterogen auftretenden Faltung, auf welche die Streuung als mögliche Ursache zurückgeführt werden kann.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrichtungen



Stereonetz Messungen C4 C5 C15

Mittelw. C4 = 022/64 & 263/84

Mittelw. C5 = 021/69 & 255/73

Stereonetz Messungen C16 C17

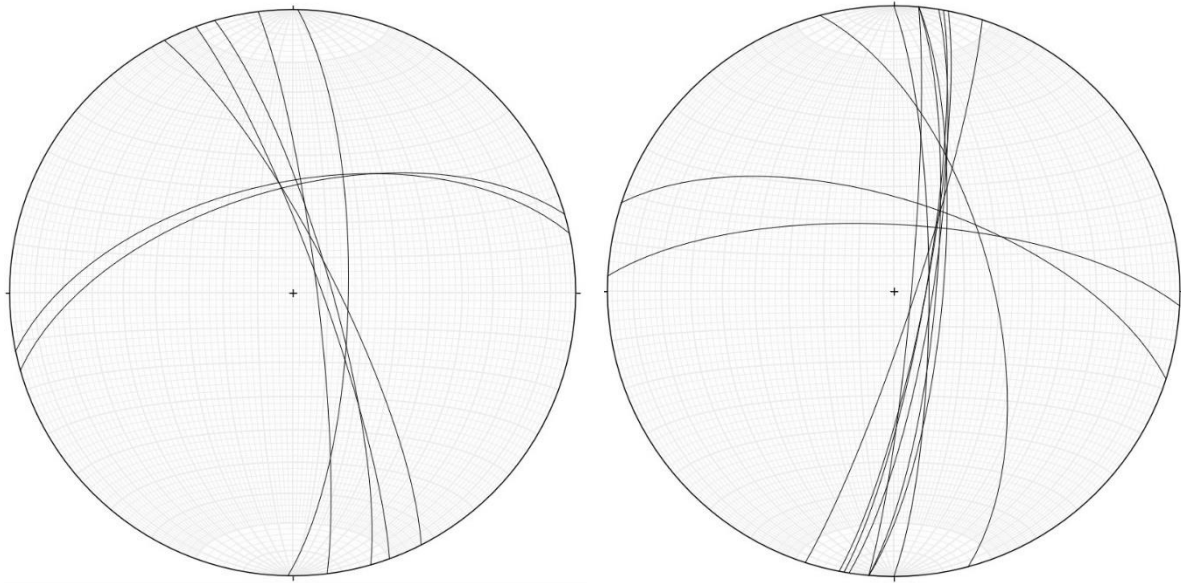
Mittelw. C16 = 096/82 & 195/84

Mittelw. C17 = 083/86 & 140/61

Die Aufschlüsse C4, C5 und C15 zeigen im Stereonetz deutlich die N- und W einfallenden Hauptkluftrichtungen, wobei die nach N einfallenden Klüfte erheblich flacher auftreten. Die beschriebenen Aufschlüsse liegen unmittelbar südlich einer Faltenachse im Westen des Steinbruchs, was zu der Streuung und dem Flachen einfallen einer der Kluftrichtungen beitragen kann.

Die Aufschlüsse C16 und C17 weisen ebenfalls deutlich N-S streichende Klüfte auf, welche im Gegensatz zu den v.g. Aufschlüssen steil nach E einfallen. Die zweite Hauptkluftrichtung bildet einen geringen Winkel dazu und fällt nach SE ein. Die Faltenachse, welche diese Aufschlüsse von den nahegelegenen Aufschlüssen C4, C5 und C15 trennt, kann als mögliche Ursache der beschriebenen Änderungen der Kluftrichtungen beschrieben werden. Es ist ebenfalls eine als Ausreißer identifizierte Messung nach SSW erkennbar, die vernachlässigbar ist.

Anlage 3: Stereonetz Daten der Kluftrmessungen



Stereonetz Messungen D1

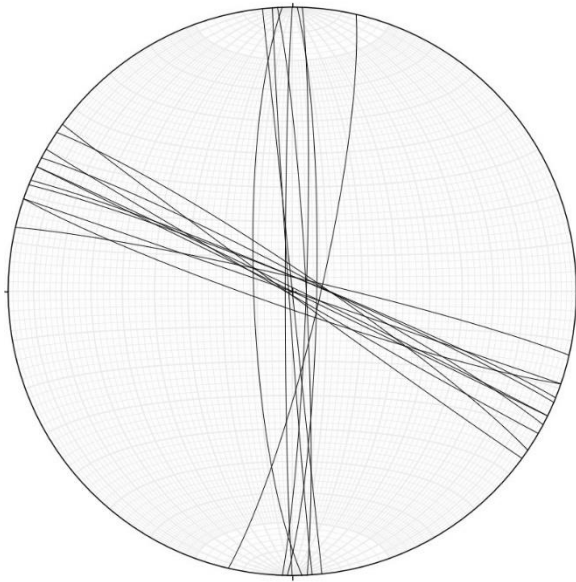
Mittelw. = 076/79 & 346/59

Stereonetz Messungen D2

Mittelw. = 095/78 & 011/68

Der Aufschluss D1 der oberen Sohle im Südwesten des Steinbruchs weist ENE und NNW einfallende Hauptklüfte auf, wobei die ersteren steiler orientiert sind. Die Abweichung von den üblichen N-S und E-W orientierten Klüften ist dabei nur gering.

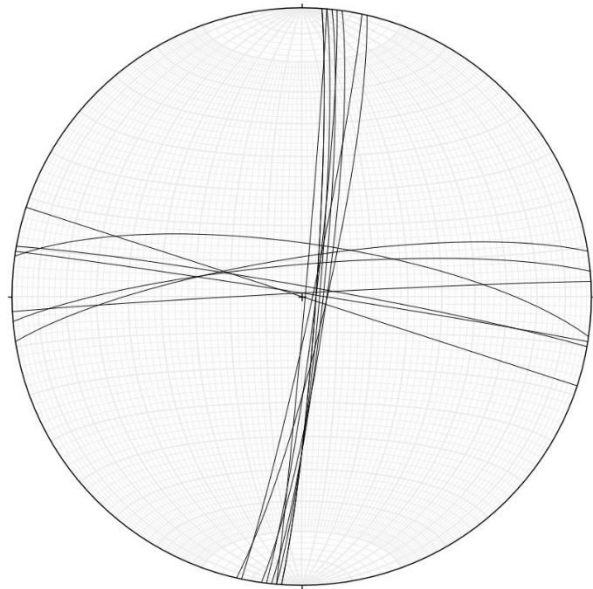
Der Aufschluss D2 weist eindeutig Hauptkluftrichtungen der N- und E einfallenden Klüfte auf.



Stereonet Messungen D3 D4

Mittelw. D3 = 024/86 & 092/86

Mittelw. D4 = 206/89 & 267/85



Stereonet Messungen D5

Mittelw. = 002/83 & 097/85

Die Aufschlüsse D3 und D4 weisen übereinstimmend die deutlich identifizierbare N-S streichende Hauptkluftrichtung auf. Die zweite Hauptkluftrichtung bildet einen geringen Winkel dazu und streicht WNW-ESE, zeigen jedoch in sich eine geringe Streuung. Eine mögliche Ursache für die Abweichung des Winkels zwischen den beiden Hauptkluftrichtungen könnte auf die nahegelegene Faltenachse zurückzuführen sein. Diese scheint jedoch auf die Messungen in D5 keinen Einfluss zu haben.

Der Aufschluss D5 weist eindeutig die N- und E einfallenden Hauptkluftrichtungen der Klüfte auf, welche im Stereonetz zweifelsfrei identifizierbar sind. Die nahegelegene Faltenachse scheint keinen Einfluss auf Einfallsrichtung oder -winkel dieser Hauptklüfte zu haben.